

VŠB – Technická univerzita Ostrava

Fakulta strojní

Katedra obrábění, montáže a strojírenské metrologie

Systém kontroly krycího skla světlometu

The Control System of the Cover Glass of Headlight

Student: Patrik Šín

Vedoucí bakalářské práce: Ing. Šárka Malotová

Ostrava 2017

VŠB - Technická univerzita Ostrava
Fakulta strojní
Katedra obrábění, montáže a strojírenské metrologie

Zadání bakalářské práce

Student: **Patrik Šín**
Studijní program: B2341 Strojírenství
Studijní obor: 2303R002 Strojírenská technologie
Téma: **Systém kontroly krycího skla světlometu**
The Control System of the Cover Glass of Headlight

Jazyk vypracování: čeština

Zásady pro vypracování:

1. Úvod.
2. Analýza současného stavu kontroly.
3. Příprava a návrh kontroly krycích skel světlometu.
4. Vyhodnocení navrženého řešení.
5. Závěry a doporučení.

Seznam doporučené odborné literatury:

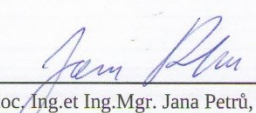
- [1] TICHÁ, Šárka. *Strojírenská metrologie – část 2. Základy řízení jakosti*. Ostrava : VŠB-TU Ostrava, 2006. 86 s. ISBN 80-248-1209-6.
- [2] BRYCHTA, J.; ČEP, R.; NOVÁKOVÁ, J.; PETŘKOVSKÁ, L. *Technologie II 1. díl*. Ostrava : Ediční středisko VŠB-Technická univerzita Ostrava, 2007, s. 126. ISBN 978-80-248-1641-8.
- [3] BRYCHTA, J.; ČEP, R.; SADÍLEK, M.; PETŘKOVSKÁ, L.; NOVÁKOVÁ, J. *Nové směry v progresivním obrábění*. Ostrava : Ediční středisko VŠB-Technická univerzita Ostrava, 2007. Dostupné na <http://www.elearn.vsb.cz/archivcd/FS/NSPO>. ISBN 978-80-248-1505-3.
- [4] EL-HOFY, H. *Advanced Machining Processes – Nontraditional and Hybrid Machining Processes*. Egypt : Alexandria University, 2005, ISBN 0-07-145334-2.

Formální náležitosti a rozsah bakalářské práce stanoví pokyny pro vypracování zveřejněné na webových stránkách fakulty.


Vedoucí bakalářské práce: **Ing. Šárka Malotová**

Datum zadání: 09.12.2016

Datum odevzdání: 15.05.2017


doc. Ing. et Ing. Mgr. Jana Petřů, Ph.D.
vedoucí katedry

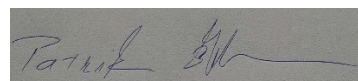



doc. Ing. Ivo Hlavatý, Ph.D.
děkan fakulty

Místopřísežné prohlášení studenta

Prohlašuji, že jsem celou bakalářskou práci včetně příloh vypracoval samostatně pod vedením vedoucího bakalářské práce a uvedl jsem všechny použité podklady a literaturu.

V Ostravě 14. 5. 2017

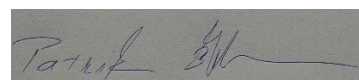


podpis studenta

Prohlašuji, že

- jsem byl seznámen s tím, že na moji bakalářskou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb., autorský zákon, zejména § 35 – užití díla v rámci občanských a náboženských obřadů, v rámci školních představení a užití díla školního a § 60 – školní dílo.
- беру на ве́домии, же Высoкá школа ба́нская – Техни́кая универзита Ostrava (дále jen „VŠB-TUO“) má právo nevýdělečně ke své vnitřní potřebě bakalářskou práci užít (§ 35 odst. 3).
- souhlasím s tím, že bakalářská práce bude v elektronické podobě uložena v Ústřední knihovně VŠB-TUO k nahlédnutí a jeden výtisk bude uložen u vedoucího bakalářské práce. Souhlasím s tím, že údaje o kvalifikační práci budou zveřejněny v informačním systému VŠB-TUO.
- bylo sjednáno, že s VŠB-TUO, v případě zájmu z její strany, uzavřu licenční smlouvu s oprávněním užít dílo v rozsahu § 12 odst. 4 autorského zákona.
- bylo sjednáno, že užít své dílo – bakalářskou práci nebo poskytnout licenci k jejímu využití mohu jen se souhlasem VŠB-TUO, která je oprávněna v takovém případě ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, které byly VŠB-TUO na vytvoření díla vynaloženy (až do jejich skutečné výše).
- беру на ве́домии, же оdevzdáním své práce souhlasím se zveřejněním své práce podle zákona č. 111/1998 Sb., o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších předpisů, bez ohledu na výsledek její obhajoby.

V Ostravě 14. 5. 2017



podpis studenta

Jméno a příjmení autora práce: Patrik Šín

Adresa trvalého pobytu autora práce: Drozdov 76, Zábřeh na Moravě, 789 01

ANOTACE BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

ŠÍN, P. *Systém kontroly krycího skla světlometu: Bakalářská práce*. Ostrava: VŠB – Technická univerzita Ostrava, Fakulta strojní, Katedra obrábění, montáže a strojírenské metrologie, 2017, 51 s. Vedoucí práce: Malotová, Š.

Cílem bakalářské práce je analýza systému kontroly kvality při výrobě krycích skel světlometů, které jsou vyráběny ve společnosti Hella Autotechnik Nova, s.r.o. V první části práce je popsán současný stav kontroly kvality, její rozdělení a jednotlivé metody. Druhá část práce je věnována dané problematice. Je zde uveden popis světlometu, jeho výroba a jednotlivé metody kontroly kvality, které jsou při výrobě krycích skel světlometů prováděny. Dále jsou zmíněny nejčastější problémy vyskytující se při výrobě krycích skel světlometů. Analyzovány budou dva stěžejní problémy, a to nevyhovující 3D parametry a špatná přilnavost UV laku na krycích sklech světlometů. Výsledkem práce je návrh řešení těchto problémů. Vše je doplněno o grafické zobrazení.

Klíčová slova: kvalita, kontrola, světlomet, krycí sklo.

ANNOTATION OF BACHELOR THESIS

ŠÍN, P. *The Control System of the Cover Glass of Headlight: Bachelor thesis*. Ostrava: VŠB-Technical University of Ostrava, Faculty of Mechanical Engineering, Department of Machining, Assembly and Engineering Metrology, 2017, 51 p. Thesis head: Malotová, Š.

The aim of bachelor thesis is analysis of control system of quality during production of cover glasses of headlight which are produced in Hella Autotechnik Nova, Ltd. In the first part of the thesis is described the current state of quality control, its distribution and individual methods. The second part is devoted the issue. Here is given characterization of headlight, its production and individual methods quality control during production of cover glasses of headlight. Further are mentioned the most frequent problems occurred during production of cover glasses of headlight. To main problems will be analysed, namely unsatisfactory 3-Dimension and bad adhesion of the paint. The result of the thesis is suggestion to solve these problems. The thesis is enriched by pictures.

Key words: quality, control, headlight, cover glass.

OBSAH

SEZNAM POUŽITÝCH ZNAČEK A SYMBOLŮ	7
ÚVOD	8
1 ANALÝZA SOUČASNÉHO STAVU KONTROLY KVALITY	9
1.1 Pojem kvality	9
1.2 Užité vlastnosti výrobků	10
1.3 Kontrola kvality	10
1.3.1 Vstupní kontrola	11
1.3.2 Výrobní kontrola	12
1.3.3 Výstupní kontrola	15
1.4 Metody kontroly	17
1.4.1 Metoda úplné kontroly všech kusů	18
1.4.2 Výběrová metoda kontroly	18
1.4.3 Statistická metoda	19
1.4.4 Metoda opětovným výběrem (super-kontrola)	21
1.4.5 Metoda létací kontroly	21
2 PŘÍPRAVA A NÁVRH KONTROLY KRYCÍCH SKEL SVĚTLOMETU	22
2.1 Popis světlometu	22
2.2 Výroba krycího skla světlometu	23
2.3 Vizuální kontrola po vylisování	24
2.4 Kontrola vybití polykarbonátového skla	25
2.5 Kontrola správné vrstvy laku	26
2.6 Vizuální kontrola po lakování	28
2.7 Kontrola přilnavosti laku	29
2.8 Kontrola praskavosti	31
2.9 Kontrola 3D parametrů	32
3 VYHODNOCENÍ NAVRŽENÉHO ŘEŠENÍ	34
3.1 Nevyhovující 3D parametry	34
3.2 Špatná přilnavost UV laku	39
3.3 Běžné problémy ve výrobním procesu	44
4 ZÁVĚR	47
PODĚKOVÁNÍ	48
SEZNAM POUŽITÝCH ZDROJŮ	49
SEZNAM OBRÁZKŮ	51

SEZNAM POUŽITÝCH ZNAČEK A SYMBOLŮ

Značka	Veličina	Jednotka
F	Přítlačná síla	[N]
GT	Charakteristická hodnota výsledku zkoušky	[K ₀₋₅]
L _v	Tloušťka lakované vrstvy	[μm]
P	Vstřikovací tlak, dotlak	[bar]
T	Teplota	[°C]
U	Elektrické napětí	[V]
l	Hodnota vzdálenosti měření	[mm]
3D	3-Dimension	
CAD	Computer Aided Design	
CCD	Charge-coupled Device	
OTK	Orgán technické kontroly	
RPS	Reference Point System	

ÚVOD

V celém procesu výroby světlometů je soustředěna největší pozornost zejména na kvalitu a preciznost jejich provedení. Jednotlivá střediska dbají ve velké míře na čistotu prostředí pracoviště a odborné zaškolení jednotlivých pracovníků. Největším nárokům na kvalitu v celém procesu podléhá právě výroba krycích skel, které jsou podrobeny složitému systému kontroly.

Kontrola kvality výroby světlometů je prováděna v průběhu celého procesu jejich výroby, z toho důvodu je nezbytné provádět jednotlivé kroky kontroly ještě před tím, než výrobky putují k dalšímu procesu. Pokud by ke kontrole v průběhu výroby nedošlo, docházelo by ke zjištění vad výrobků až v průběhu finální montáže, a tím by byly způsobeny značné škody. V některých případech by vlivem těchto vad vznikaly závažné problémy, které by se projevily až při užívání daného výrobku v záruční lhůtě. Jednotlivé intervaly kontroly jsou nastaveny tak, aby bylo možné identifikovat neshodné díly světlometů co nejdříve, než budou exportovány uživatelům.

První část bakalářské práce bude zaměřena na teoretické vymezení obecných kontrol výroby, které jsou prováděny ve výrobních procesech, jako jsou například vstupní kontrola, mezioperační či výstupní kontrola. V praktické části této práce jsou popsány jednotlivé kroky samotných kontrol během procesu výroby ve firmě Hella Autotechnik Nova, s.r.o. Dále jsou zde popsány důvody, proč je nutné řešit kontrolu konkrétních projektů a představení problémů týkajících se nevyhovujících 3D parametrů a nevyhovující přilnavosti UV laku. Současně zde budou popsány nejvyskytovanější problémy ve výrobním procesu.

Kontrola výroby světlometů je popisována na základě výrobního procesu, který je aplikován ve společnosti Hella Autotechnik Nova, s.r.o., v pobočce Mohelnice. Koncern Hella je mezinárodní společnost, která zaměstnává přes 34 000 zaměstnanců po celém světě. Figuruje jako rodinný podnik čítající 125 poboček ve 35 zemích světa. Orientuje se na výrobu a vývoj osvětlovacích systémů do automobilového průmyslu. V malé míře se zabývá vývojem pro speciální vozidla, pouličním a průmyslovým osvětlením. Řadí se mezi největší průkopníky inovací na trhu.

1 ANALÝZA SOUČASNÉHO STAVU KONTROLY KVALITY

1.1 Pojem kvality

Kvalita musí splňovat služby podmiňující stanovené nebo předpokládané potřeby zákazníka, a tímto uspokojovat jeho požadavky. Za tohle je považována charakteristika výrobku a souhrn jeho vlastností. Norma ČSN ISO 8402 uvádí předpokládané potřeby spotřebitele, souhrn znaků entity celkově. Ze znaků kvality a jejich úrovně je odvozena entita, respektive její schopnost pro uspokojení potřeby spotřebitele. Kvalita vychází z potřeb konkrétního uživatele, což znamená, že je relativní. Její relativita se odvíjí od vztahu vlastností výrobku, jeho služeb nebo procesu. Kvalita tedy není absolutní veličinou. Nutno zmínit, že také podléhá neustálému vývoji. V kvalitě se prosazují definované znaky (tzv. znaky uživatelské), které patří do charakteristiky kvality a vyjadřují nejen technické parametry, ale i to, jak výrobek bude samotné lidské potřeby uspokojovat. Jako příklad by se dalo uvést, že si zákazník nekupuje myčku na nádobí jako spotřebič, ale jako prostředek pro čistotu nádobí, kterou mu myčka zajistí. [1]

Znaky kvality dělíme do několika kategorií podle vlastností, které jsou pro danou kategorii typické:

- **Kvantitativní znaky**, které se dají popsat číselnou hodnotou a jsou měřitelné, například rozměr, obsah vody, výkon apod.
- **Kvalitativní znaky**, které číselnou hodnotou popsat nelze, nicméně mohou být pro spotřebitele a jeho uspokojení rozhodující. Např. vůně, chuť, vhodné vystupování.
- **Znaky technické**, vycházející z fyzikálních a chemických vlastností výrobku.
- **Estetické znaky**, za které považujeme módní vzhled, design, konečné úpravy atd.
- **Provozní znaky**, které působí v provozu, jako je spolehlivost, provozuschopnost.
- **Ekonomické znaky**, které mají výrazný vliv na zisk společností, např. náklady na výrobu, provozní náklady nebo náklady na přepravu výrobku zákazníkovi.
- **Znaky ekologické**, do nichž patří zejména recyklace, regenerace, likvidace, celkový vliv na životní prostředí apod. [1]

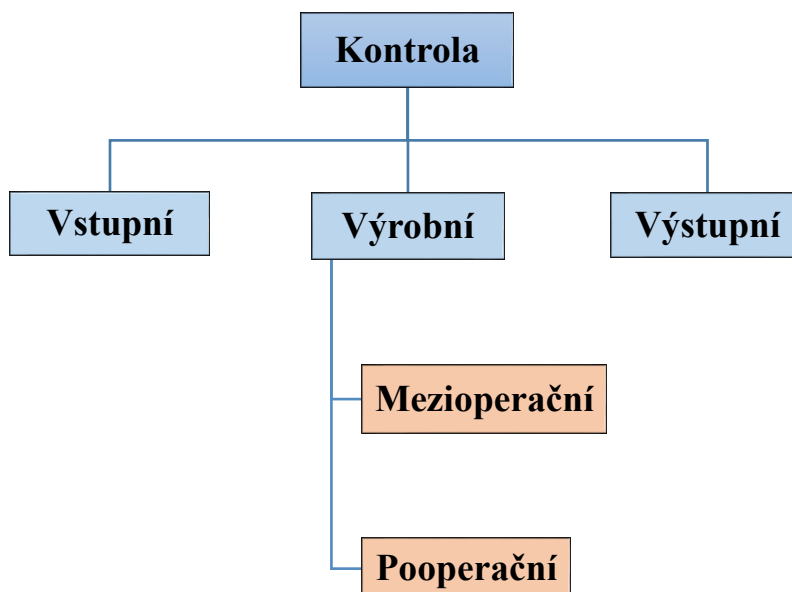
1.2 Užité vlastnosti výrobků

Úspěšnost celkového výrobku na trhu souvisí s jeho prodejností, která závisí na užité vlastnosti produktu. Mezi nejdůležitější vlastnosti patří tyto atributy:

- **Rozumná cena**, a s tím spojená možnost nabídnout zákazníkovi co nejnížší pořizovací cenu.
- **Funkčnost výrobku** neboli schopnost produktu plnit přesně takovou funkci, pro kterou byl navržen a vyroben.
- **Výkon výrobku**, kdy výrobek musí dosahovat maximálního výkonu, ovšem bez omezení jeho funkčnosti.
- **Trvanlivost**, kdy musí výrobek splňovat co nejdéle optimální funkčnost výrobku.
- **Ovladatelnost**, jejímž účelem je s minimálním vynaložením úsilí uživatele za předpokládaných podmínek plnit funkci.
- **Spolehlivost**, neboli při zachování všech provozních parametrů určených technickou dokumentací plnit po danou dobu požadované funkce.
- **Udržovatelnost výrobku** je vlastnost, která spočívá v možnosti předcházení výskytu poruch pravidelnou údržbou.
- **Bezpečnost výrobku** a jeho schopnost neohrozit jakýmkoliv způsobem zdraví uživatele.
- **Estetičnost výrobku**.
- **Ekologická nezávadnost** výrobku a taktéž snadná likvidace, neboli fyzická a ekonomická likvidace bez jakéhokoliv nežádoucího vlivu na životní prostředí. [1]

1.3 Kontrola kvality

Kontrola kvality je měření nebo pozorování zvolených hodnot a vlastností na daných výrobcích s cílem zajistit shodnou kvalitu výrobků, a tím uspokojovat požadavky zákazníků. Kontrola kvality je nedílnou součástí každého výrobního procesu. Kontrola kvality je prováděna za účelem omezení ztráty ve výrobním procesu a předejití případných vad při užívání vyrobeného produktu. Kontrolu kvality dělíme z hlediska toho, v jaké fázi výroby je prováděna. Konkrétně na kontrolu vstupní, výrobní a výstupní (obr. 1.1). [2]



Obr. 1.1 – Rozdělení kontroly kvality [2]

1.3.1 Vstupní kontrola

Jedním ze základních činitelů podmiňujících kvalitu výrobku je samotná kvalita materiálu, surovin, polotovarů, pomocných látek a výrobků. První etapou kontrolních prací ve vstupní kontrole je technická přejímka dodávaných výrobků nebo polotovarů.

Mezi základní úkoly nezbytné pro vstupní kontrolu patří přejímání surovin, materiálu, polotovarů ale i výrobků, které do společnosti přicházejí. Tyto výrobky lze převzít jedině tehdy, pokud je k nim dodána technická dokumentace. Úkolem vstupní kontroly je také kontrolovat úplnost a správnost těchto původních dokumentací, dále zajištění zkoušek a provedení předepsaných kontrolních operací pro přejímku. Složitější měření a zkoušky je možné zadat i mimozávodním laboratorům a zkušebnám. Organizace technické kontroly (dále jen OTK) sestavuje zápisy o vadách a dává souhlasy k převzetí dodávek, které splňují požadavky vyhovující kvalitě. Dohlíží na správné uskladnění převzatých materiálů v tzv. zásobárnách (obr. 1.2), výrobků a na jejich manipulaci. V neposlední řadě provádí i technickou kontrolu v přípravě samotných materiálů. [2]

Vstupní kontrola má v některých společnostech odpovědnost pouze za materiál, suroviny a popřípadě paliva, která společnost pro výrobu potřebuje. Další materiály touto kontrolou neprocházejí. Zařízení, jako jsou měřidla, výrobní stroje a přípravky podléhají kontrole příslušného měrového střediska. Obráběcí stroje, energetická zařízení a elektromotory spadají pod kontrolu hlavního mechanika nebo energetika. V jiných společnostech tyto produkty procházejí také vstupní kontrolou. Spolupráce vstupní kontroly

se správou skladů, s konstrukčním oddělením, útvarem pro zpracování technologických postupů, plánovacím oddělením atd. je její nedílnou součástí. [2]



Obr. 1.2 – Zásobárna granulovaného materiálu [3]

Dodávka musí mít předepsanou průvodní dokumentaci, kterou zajišťuje především orgán vstupní kontroly. V opačném případě, kdy tomu tak není, musí tento orgán dodávku odmítnout. Pokud je dodávka opatřena předepsanou průvodní dokumentací, pak má příslušný orgán za úkol na základě technických norem podle technických podmínek nebo podle dodavatelem a odběratelem stanovenou smlouvou, tuto dodávku prověřit. Přejímku je nutné provést i v případě, že byla dodávajícím podnikem dodána řádná průvodní dokumentace. OTK se na průvodních dokladech vyjádří ke kvalitě s konečnou platností. Záznam o každé přejímce a soupis zápisů o vadách vede pracovník OTK. Vedoucí zásobovacího oddělení společně s vedoucím skladu nesou zodpovědnost za předměty, které byly předány do výroby a neprošly vstupní kontrolou. [2]

Technologickou kázeň v dodavatelských podnicích nepřímo zajišťuje vstupní kontrola odběratelského podniku. Vstupní kontrola je víceméně opakovanou výstupní kontrolou dodavatele. Některé dodavatelské podniky nabádají odběratelské podniky od upuštění od vstupní kontroly s tím, že jim poskytují záruky za kvalitu svých dodávek. Pokud by u dodavatelských podniků byla odpovědně provedena výstupní kontrola, pak by v jistých případech mohlo být od vstupní kontroly upuštěno. [2]

1.3.2 Výrobní kontrola

Výrobní kontrola zajišťuje kvalitu provedení v průběhu výrobních operací a montáže. Zaměřuje se na sledování kvality i v jednotlivých dílnách a provozech. Jejím

úkolem je sledovat správnost provedení jednotlivých komponentů a jejich součástí. V dnešní době je tato kontrola součástí technologického postupu téměř ve všech podnicích. Jejimi organizátory jsou vedoucí podniku, oddělení kontroly výroby, mistr provozu a v neposlední řadě i samotný dělník. Aby bylo možné eliminovat počet neshodných kusů, je nezbytné provádět kontrolu preventivně. Jako další je nezbytná komunikace a spolupráce s pracovníky ve výrobě. Nutno zmínit, že výrobní kontrola nese velkou odpovědnost, a to za vyřazení neshodných dílů, správné určování neshodných dílů, zadržování mezi jednotlivými operacemi, provádění náprav a odstraňování příčin neshodných výrobků. [4]

Výrobní kontrola má na starost mnoho operací v rámci celého výrobního procesu. K základním úkolům výrobní kontroly patří:

- Monitorování a kontrola jednotlivých operací ve výrobě (montážní i výrobní, jejich samotný průběh).
- Přebírání hotových výrobků a provádění technologických zkoušek.
- Klasifikace a třídění výrobků podle kvality.
- Zjišťovat vzniklé vady a jejich příčiny.
- Předkládat vedoucím příslušných oddělení návrhy na opatření a provádět rozbor příčin vad.
- Předkládat tzv. „upozornění kontroly“ vedoucím pracovníkům odpovědným za provoz, a to z důvodu předcházení vzniku neshodných dílů a případným reklamacím.

Jednotliví pracovníci výrobní kontroly musí také přesně znát technologické postupy a soustředit se na rozhodující fáze technologie. V případě zjištění závady se musí provádět kontrola v dané fázi opakovaně, aby bylo prokazatelné, že závada byla odstraněna. [2]

Samotná výrobní kontrola se dělí na kontrolu:

- **Mezioperační**, kterou můžeme dále rozdělit na:
 - Tzv. *létací kontrolu*, prováděnou namátkově a víceméně vycházející z názoru a zkušeností kontrolora. Z toho důvodu tato kontrola velice subjektivní.
 - *Statistickou regulační kontrolu*, která je využívána především ve výrobě hromadné či sériové a vychází z matematické statistiky, respektive z jejich teoretických základů. [2]

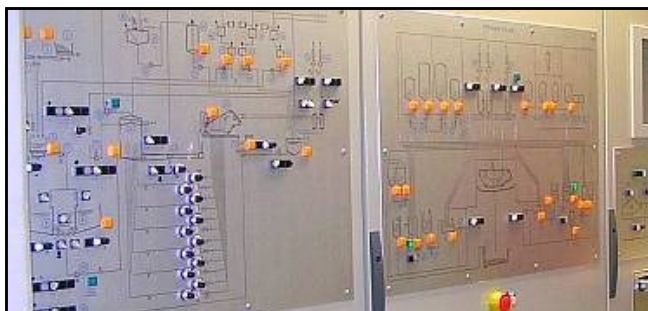
- **Pooperační neboli konečnou**, která je dle rozsahu dané kontroly členěna na:
 - *Stoprocentní kontrolu*, označovanou také jako kontrola třídící.
 - *Výběrovou kontrolu* (obr. 1.3), u které se rozsah a postup kontroly člení na rozhodnutí samotného kontrolora podle jeho zkušeností z praxe a procentuální kontrolu výrobků odebraných z výrobní dávky.

Výrobní kontrola je prováděna buď samotným dělníkem, zejména seřizovačem, nebo mistrem výroby. Orgánem odpovídajícím za danou kontrolu je ovšem OTK. Kontrola prováděná ve výrobě je kontrolou primární a úkolem OTK je sledovat, zdali pracovníci výroby tuto kontrolu řádně provádí. Dalším úkolem OTK je odhalovat nedostatky, které zaměstnanci výroby přehlíží nebo o nich vůbec nevědí. Kontrola ze strany OTK ovšem nezbavuje zaměstnance výroby odpovědnosti za kvalitu výrobků. [2] Na obrázku 1.3 jsou odloženy skla určená k výběrové kontrole vrstvy laku. [5]



Obr. 1.3 – Výběrová metoda výrobní kontroly [5]

Jednou z forem primární kontroly je *samokontrola*, která spočívá v kvalitním provedení operace samotného dělníka a jeho následné kontroly. Jím zhotovený výrobek se nesmí předat dále, pokud není přesvědčen o jeho kvalitě. Jeho další povinností je kontrolovat pracovní stroj, na kterém výrobek zhotovuje. Tato metoda se v praxi jeví jako nejosvědčenější. Na obrázku 1.4 je zobrazena kontrola výrobního stroje.



Obr. 1.4 – Kontrola průběhu výroby [6]

Další formou je *vzájemná kontrola*. Při této kontrole dělník provádí kontrolu kvality provedení předchozí operace. V praxi je také velice důležitá kontrola seřizovačem, který má kontrolovat jak první vyrobené kusy, tak průběžně i další. Jeho dalším úkolem je kontrolovat úkony dělníka a současně býti jeho rádcem. Seřízení výrobního stroje musí být provedeno odborně a přesně. Pokud by během seřízení stroje vznikly neshodné výrobky, musí seřizovač tyto výrobky izolovat a předat je technické kontrole. [2]

Pracovníci OTK si musí být vědomi, že ve výrobní kontrole získávají patřičné podklady pro kontrolu výstupní. Z tohoto důvodu mají evidovat záznamy o kontrolních úkonech v technologických dokumentech určených k danému úkonu. Pokud v podnicích není výrobní kontrola automatizována a mechanizována, a spoléhá se na práci kontrolora, tak je podnik povinen postarat se jak o technické vybavení, tak odborné obsazení výrobní kontroly. [2]

Povinností výrobní kontroly je také kontrola vyrobených kusů podle předepsaných směrnic vedoucího kontrolora. Kontrola musí probíhat např. při náběhu nové výroby projektu, na začátku každé směny, po seřízení stroje apod. Výrobní kontrola se také zaměřuje na montážní operace, při kterých dochází ke kontrole, zdali byly jednotlivé součásti správně sestaveny a zdali je výrobek plně funkční. [2]

1.3.3 Výstupní kontrola

Tento druh kontroly se soustřeďuje na závěrečný úsek výroby a jedná se o kontrolu hotových výrobků odevzdávaných k expedici. Může se ovšem jednat i o výrobky již vyrobené, před finální úpravou, dosud ještě nepředané do skladu nebo na expedici. Výstupní kontrola je prováděna buď přímo na daném výrobním úseku, skladech nebo mohou být obě tyto varianty kombinovány. [2]

Kontrola se zaměřuje na kvalitu a kompletnost výrobků určených k expedici. Úkolem výstupní neboli předávací kontroly je kontrolovat, zda byly dodrženy technologické předpisy a normy ve výrobě. Zaměřuje se na kompletnost zakázky, kontroluje průvodní a technickou dokumentaci potřebnou k následujícímu použití výrobku, např. výkresy, návody na montáž nebo seřízení, případné opravy. Dále se zaměřuje na funkčnost výrobku, jeho vybavení, příslušenství a celkový vnější vzhled. Výstupní kontrola dohlíží na finální úpravu výrobku (konzervaci, jeho obal nebo balení). Pro zástupce odběratele zajišťuje přejímku hotových výrobků po kvalitní stránce a podle daných smluvních podmínek. Dále se také

k této kvalitě samotných výrobků vyjadřuje v případě reklamací. Výrobky jsou označovány a je k nim vystaveno osvědčení. [7]

V případě nalezení vady výstupní kontrolou vydá kontrola příkaz k opravě výrobku a předmětný neshodný výrobek vrátí do příslušného výrobního útvaru nebo montážního oddělení. V případě, že se jedná o vadu neopravitelnou, musí být tyto výrobky vyloučeny z expedice. Pokud dojde k tomu, že u výrobku nebo produktu není ověřena technickou kontrolou její kvalita, nesmí být takový výrobek odeslán. [2]

Obecně lze uvést, že pokud výstupní kontrola je nezávislá na daném podniku, tak dochází k efektivnější kontrole a uvedení do oběhu co nejmenšího množství neshodných výrobků. To je dáno tím, že nezávislá kontrola není organizačně podřízena podniku, a tím může vykonávat objektivní rozhodování při posuzování těchto výrobků. V dnešní době se tímto pravidlem řídí většina velkých společností. Na druhou stranu je nutné zmínit, že je tato varianta finančně náročnější, ovšem z hlediska kvality osvědčenější. [2]

Kontrola z hlediska funkčnosti výrobku (obr. 1.5) je součástí výstupní kontroly. Jedná se o zvláštní forma kontroly, která má za úkol řídit přípravu zkoušek, zejména u složitých zařízení a strojů. Dalším úkolem je provádět vývojové a ověřovací zkoušky různých prototypů, ověřovat série již hotových výrobků či speciálních materiálů. Posouzení výrobku z hlediska jeho celkové funkčnosti je nezbytným úkonem ve výrobním procesu. V případě, že výrobky neprojdou touto kontrolou, nesmí být předány zákazníkovi. Součástí této kontroly je také ověření, zdali je výrobek patřičně označen. Většinou je tato kontrola prováděna na zkušebnách, které jsou k tomu patřičně vybaveny. [2]

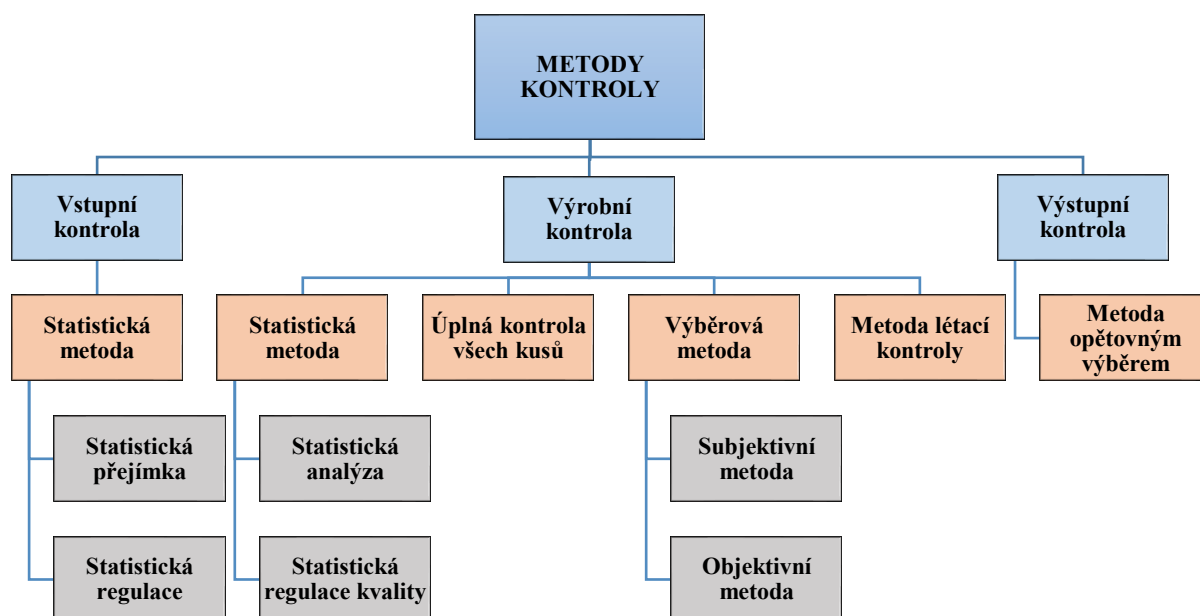


Obr. 1.5 – Kontrola funkčnosti součásti [8]

1.4 Metody kontroly

Za účelem správného fungování organizace a správné metody kontroly musí být jednotlivá pracoviště kontroly vhodně rozmístěna a velmi dobře vybavena. Záleží na tom, jaké podmínky kontrola vyžaduje. To se odvíjí především od druhu výroby (kusové, sériové či hromadné). U velkosériové a hromadné výroby se vychází z toho, aby výrobky přecházející z jedné operace na druhou procházely přes kontrolní pracoviště. Výhodou kontroly oddělené od výroby je, že se může soustředit jen na svoji kontrolní práci. U této metody chybí přímý styk s dělníkem, což je velkou nevýhodou. Nejvhodnější metoda je zvolena již v technologickém postupu a její výběr má vliv na práci technické kontroly. Na obr. 1.6 je znázorněno rozdělení jednotlivých metod kontroly a jejich přiřazení k příslušné kontrole. Faktory rozhodující o tom, jaký druh metody kontroly by se měl použít, jsou následující:

- velikost a druh výroby, spolu s její organizací;
- požadovaná přesnost;
- význam určité operace;
- složitost a důležitost používaných součástí;
- vyměnitelnost a náklady. [2]



Obr. 1.6 – Rozdělení metod kontroly [5]

1.4.1 Metoda úplné kontroly všech kusů

Tato metoda se využívá hlavně v kusové a malosériové výrobě (obr. 1.7). Uplatňuje se zejména tam, kde je vyžadována rovnoměrná kvalita kontrolovaných výrobků, nebo v provozech, ve kterých technologický postup nebo výrobní zařízení nezajišťují stejnou kvalitu produktů. Dále se také provádí tam, kde jednotlivé operace mají velký nebo rozhodující vliv na kvalitu při dalším zpracování výrobku. [2]



Obr. 1.7 – Výrobní kontrola - kontrola všech kusů [5]

1.4.2 Výběrová metoda kontroly

Výběrová metoda kontroly má největší využití právě tam, kde je zajištěna stejná kvalita, a to i při velkém množství výrobků. Jejím principem je kontrolovat jen určitou část z celého vyrobeného množství. Dále se dá použít tam, kde se očekává menší počet neshodných dílů, kde kontrola vede ke zničení vzorku. Její opakovatelnost dostačuje po dílčích operacích, které nejsou rozhodující pro další výrobu. Na obrázku 1.8 je měřicí a seřizovací přístroj Zoller Venturion na provádění výběrové metody kontroly [9]. Velikost kontrolovaného množství se odvíjí od následujících zásad:

- Průměrného procenta neshodných dílů, které je evidováno za dané období. Takový výběr musí být vždy větší než zjištěné procento neshodných dílů.
- Výběr vycházející z požadavků na přesnost, kvalitu, cenu, složitost a význam pro další zpracování. Čím větší jsou požadavky na uvedené kategorie, tím větší musí být daný výběr. [2]



Obr. 1.8 – Měřicí a seřizovací kontrolní přístroj Zoller Venturion [9]

Z hlediska metod výběru rozlišujeme dvě základní kategorie, a to metodu *subjektivní* a metodu *objektivní*. Každá z těchto metod je založena na odlišném posuzování výběru a má své kladné i záporné vlastnosti.

Tab. 1.1 – Srovnání výhod a nevýhod objektivní a subjektivní metody výběru [2]

Subjektivní metoda		Objektivní metoda	
Výhody	Nevýhody	Výhody	Nevýhody
individuální rozhodování	nepřesnost informací	matematické statistiky	chybí individuální rozhodování
zkušenosti, praxe pracovníků	vysoké náklady	skutečné informace o kvalitě	náhodnost výběru
		nízké náklady	

Výběrové metody jsou ve většině případů velmi hospodárné. Je ovšem nutné ekonomickou efektivnost propočítat z toho důvodu, že vedení těchto metod vyžaduje určité náklady. Obecně platí, že pro dosažení vyšší kvality je zapotřebí větších nákladů do výroby jak na výrobu samotnou, tak i na náklady kontroly a náklady spojené s vylučováním neshodných dílů. To znamená, že hospodárnost těchto metod bude tím vyšší, čím jednodušší bude samotný výrobek. [2]

1.4.3 Statistická metoda

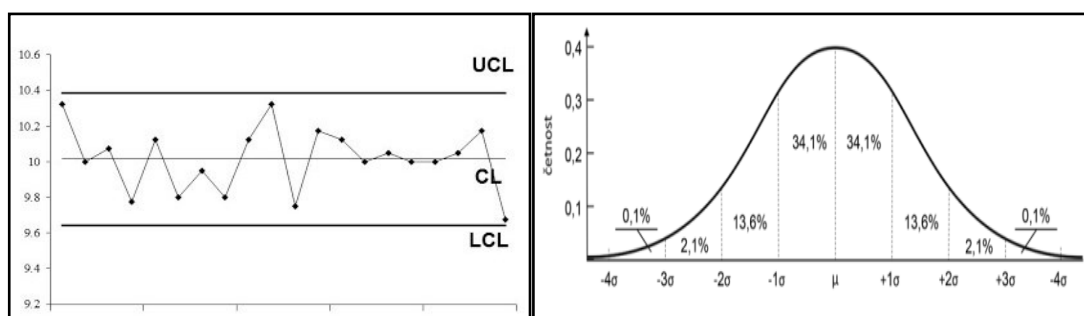
Vědecká základna statistické metody se využívá nejen v průmyslové technologii, ale i v technické kontrole kvality. Průběh budoucího vývoje výrobních pochodů nám pomáhají předvídat metody matematické statistiky. Postup výroby dokážeme určit za proměnných podmínek náhodné i soustavné povahy. Technická kontrola kvality může

s využitím těchto metod zabránit velkým ztrátám, které nejčastěji plynou z nezvládnutých výrobních procesů a nekvalitní výroby. [2]

Bezprostřední využití nachází tato metoda právě jako tzv. „*statistická přejímka*“, při které dochází ke zhuštění kontrolní činnosti. Tato metoda umožňuje rozhodnout o kvalitě výrobků při sjednávání technických podmínek, které jsou objektivní a přímé. Statistická přejímka má hlavní využití u přejímacích kontrol nakupovaných výrobků a materiálu. Dále se tato metoda využívá jako „*statistická regulace technických vlastností, technologických činitelů nebo ekonomických ukazatelů*“, která nám umožňuje rozlišovat mezi dovolenými a nežádoucími odchylkami. Dovolené odchylky jsou výkyvy v kvalitě surovin, paliv, energií, materiálů atd. Nežádoucí odchylky vznikají opotřebením náradí, nedodržováním technologického postupu apod. Tato metoda pomáhá předvídat, kdy daná odchylka přestoupí stanovenou mez a tím se stává nežádoucí. Pomocí této metody se efektivně zabránuje ztrátám z nekvalitní výroby. [2]

Mezi další statistické metody patří:

- **Statická analýza**, využívána v praxi při zkoumání různých vlivů a vzájemných závislostí na výrobě.
- **Statistická regulace kvality**, která je založena na teorii pravděpodobnosti. Pomocí této teorie se určuje malé množství výrobků, které jsou vybrány k pravidelným kontrolám kvality. Ve zvláštních regulačních diagramech se znázorňují výsledky těchto kontrol. Typickými příklady v praxi používaných diagramů jsou: regulace kvality pomocí diagramu (obr. 1.9), pomocí individuálně naměřených hodnot, normální křivka kvality (Gaussova) (obr. 1.9), diagram četnosti apod. [2, 5]



Obr. 1.9 – Regulační diagram (vlevo) a Gaussova křivka (vpravo) [5]

1.4.4 Metoda opětovným výběrem (super-kontrola)

Metoda opětovným výběrem je kontrolou kvality samotné práce kontrolorů a v podstatě celé technické kontroly. Tato kontrola tedy umožňuje poskytovat informace o kvalitě v celé výrobní společnosti, nejen pouze ve výrobě jako takové. Jedná se o kontrolu opětovnou, prováděnou v laboratořích. Na základě zvláštního kontrolního rozvrhu je sestaven podrobný výkaz měření a kontrolní záznam u všech podrobených výrobků. [2]

1.4.5 Metoda létací kontroly

Tento druh kontroly patří do kontroly výběrové a její charakter je preventivní. Kontroloři provádějící létací kontrolu musí být velice zkušenými a kvalifikovanými pracovníky, co nejlépe seznámenými s výrobou. Vyrobené součásti jsou kontrolovány na znovu seřizených strojích. Kontrolují se zpravidla přímo u strojů, nebo také tam, kde se jedná o těžko přepravitelné předměty, které přecházejí přímo na další pracoviště a neodkládají se do meziskladů. Pokud dojde ke zjištění závady kontrolou během pochůzky, musí tato kontrolní osoba podat o daném stavu hlášení mistrovi. Mistr má v tomto případě za úkol sjednat nápravné opatření. Výsledky prováděné kontroly se zaznamenávají do kontrolních diagramů. Po jakékoliv úpravě stroje nebo jeho přehození na jiný projekt má seřizovač za úkol předložit první vyrobené kusy kontrole. Pokud by tak neučinil, nemohl by pokračovat v další výrobě. [2]

2 PŘÍPRAVA A NÁVRH KONTROLY KRYCÍCH SKEL SVĚTLOMETU

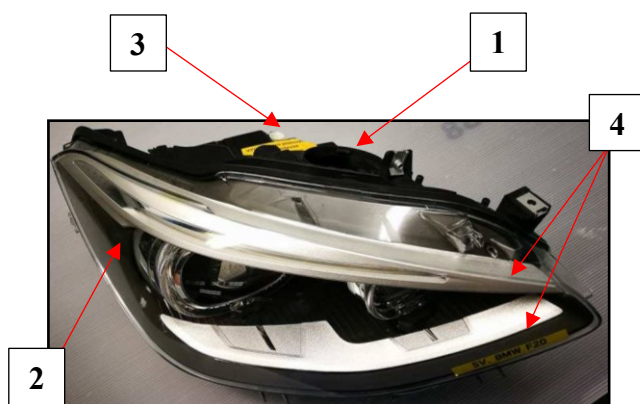
Společnost Hella Autotechnik Nova, s.r.o. využívá při výrobě světlometů a jejich součástí především tzv. kontrolu všech kusů. Jedná se o nejdůležitější kontrolu, která je nezbytná pro odhalení základních nedostatků a na kterou je danou společností kladen největší důraz. Další nezbytnou součástí kontroly výroby je metoda výběrová, prováděna v pravidelných časových intervalech pověřenou osobou. Při posuzování případných vad je zde také zavedena tzv. kontrola létací, která dává souhlas k případnému puštění zjištěných vad k dalšímu zpracování nebo k jejich odstranění.

2.1 Popis světlometu

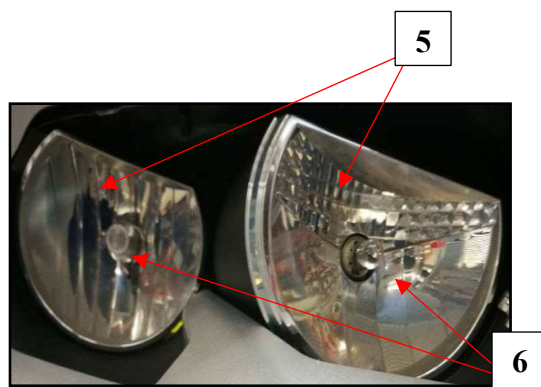
Světlomety jsou složeny z několika komponentů, z nichž každý má jiný počet součástí a odvíjí se od konkrétního projektu. Hlavní částí světlometu je jeho 1. pouzdro, ve kterém jsou uloženy následující části:

2. krycí sklo,
3. soustava k nastavení výšky a směru svítivosti,
4. dekorativní rámečky,
5. reflektor,
6. soustava žárovek.

Moderní a finančně nákladnější světlomety obnáší také led žárovky, led pásy a světlovody. Základní části jsou znázorněny na obr. 2.1 a) a obr. 2.1 b). [5]



Obr. 2.1 a) – Popis světlometu a jeho součástí [5]



Obr. 2.1 b) – Detail reflektoru [5]

2.2 Výroba krycího skla světlometu

Všechny plastové součásti (včetně jejich povrchových úprav), které tvoří 90 % celého světlometu, jsou vyráběny interně ve společnosti. Za tyto součásti jsou považovány: pouzdra, reflektory, dekorativní rámečky, světlovody, dekorativní sklíčka, krycí skla. Tyto komponenty jsou vyráběny v odvětví společnosti, v tzv. předvýrobě. Komponenty jsou pak dále expandovány do odvětví montáže, kde se spolu se subdodavatelskými součástkami, za které jsou považovány elektrické konektorové rozvody, žárovky, soustava k nastavení výšky a směru svítivosti, led pásy a led žárovky, kompletují do hotového světlometu. [5]

Za nejsložitější součást, na kterou jsou kladeny nejvyšší nároky z hlediska kvality výroby, je krycí sklo (obr. 2.2), které také podléhá po své výrobě nejčastějším zkouškám a kontrolám.



Obr. 2.2 – Krycí sklo světlometu [5]

Výroba krycích skel:

Krycí skla jsou vyráběna technologií vstřikování plastu (polykarbonátu) do forem. Tato technologie je jednou z nejrozšířenějších metod pro zpracování plastů. Technologie umožňuje dosáhnout při výrobě produktů jakéhokoli požadovaného tvaru, což bývá u jiných materiálů obvykle problémem. Vhodným tvarem požadované součásti můžeme dosáhnout dobrých mechanických i fyzikálních vlastností výrobků. Výhodou je zpětná recyklovatelnost v případě vyhotovení neshodných dílů nebo poškození v dalších fázích výroby. V tomto případě se výrobek rozebere na granulát a dá se zpětně použít. V dnešní době se také velmi často setkáváme s tzv. více-komponentním lisováním, při kterém jsou do jedné formy vstřikovány dva a více materiálů. [10]

Krycí skla dále podléhají povrchové úpravě lakování, při kterém se na odmaštěný povrch nanáší tenká vrstva UV laku, která je následně vytvrzena pod UV zářiči při předepsané

teplotě. Tato povrchová úprava zajistí větší mechanickou odolnost povrchu, a také odolnost proti slunečnímu záření. [5]





2.3 Vizuální kontrola po vylisování

Lisování plastů je proces, při kterém se roztavená dávka materiálu vstříkují pod tlakem a požadovanou rychlostí do uzavřených dutin forem. V dutině formy probíhá proces tuhnutí materiálu, přičemž délka tuhnutí je u každého projektu odlišná, vzhledem k různým faktorům (tvarové složitosti). Formy jsou předem přehřáté, aby materiál neztuhnul dříve, než stačí vyplnit celou dutinu. Výrobní parametry jako jsou vstřikovací rychlosti, tlaky, teploty a časy určuje technolog výroby, který vychází z konstrukce formy, předepsaných kritérií a mnohdy i vlastních zkušeností. Četnost této kontroly se odvíjí od dodatečného seřízení stroje, výměny nástroje (formy) a jeho úprav na nástroji. [5]

Popis vizuální kontroly:

- 1. krok, v rámci kterého vizuální kontrola po vylisování obnáší zejména kontrolu celistvosti skla a kontrolu všech příslušných částí náležících příslušnému projektu. Dále také zahrnuje kontrolu vad vzniklých případným špatným vstřikováním, jako jsou šlíry, bublinky, háčky, studené spoje atd. (tab. 2.1). V případě těchto vad je nutné zasáhnout tzv. úpravou parametrů do předem nastaveného procesu vstřikování, a tímto příslušné vady odstranit. [5]

Tab. 2.1 – Zobrazení vad kroku č. 1 při vizuální kontrole po vylisování [5]

Šlíry	bublinky	háčky	studený spoj
			

- 2. krokem je kontrola vizuálních vad na dekorativních částech skla, kterými jsou např. čárky, tečky, kapky vody, usazeniny apod. (tab. 2.2). Všechny tyto vady narušují povrch formy, pro jejich odstranění je tedy nutné daný povrch vyleštit do původní struktury. Posledním krokem této kontroly bývá kontrola datumovky, sloužící k zajištění přesného data výroby skla. [5]

Tab. 2.2 – Zobrazení vad kroku č. 2 při vizuální kontrole po vylisování [5]

čárky	tečky	kapky
		

2.4 Kontrola vybití polykarbonátového skla

Zpracovávaný polykarbonát má během své výroby a teplotních změn tendenci jímát elektrický náboj, který není z hlediska technologie žádaný. Pro správnou funkci lakovacího zařízení je třeba dodržet maximální přípustné napětí na povrchu polykarbonátu. K tomuto dodatečnému vybití elektrického náboje se používá zařízení Plasma Agrosport, které pracuje na principu vybití elektrického náboje odtržením elektronu z elektronového obalu atomů plynu.

Kontrola je prováděna dvěma způsoby:

- Prvním způsobem je tzv. „prachový test“, při kterém má odpovědná osoba (obvykle seřizovač) povinnost za pomoci speciálního prášku ověřit, zda je požadovaný povrch skla dostatečně vybitý. Postup je takový, že testované sklo musí být odloženo k samovolnému zchlazení na pokojovou teplotu. Dále je použito speciálního prášku, který je nasypán v určitém množství na vnitřní stranu skla a rovnoměrně rozprostřen po celé ploše. Pokud test proběhl v pořádku, tak po odstranění přebytečného množství prášku nevznikne na povrchu skla žádná vizuální změna. V případě chybného testu dojde k utvoření vměstků prášku v podobě koleček okolo oblasti ovlivněné elektrickým napětím na testovaném povrchu. V tomto případě je nutné sjednat nápravu pomocí tzv. plazmování (seřízení pozice a rychlosti), a to zejména v bodech, kde bylo zjištěno nedostatečné vybití. [5]
- Druhý způsob kontroly je prováděn s využitím zkušebního měřicího zařízení *SIMCO FMX-004* (obr. 2.3), nebo pomocí měřicího zařízení *SMC IZH10*. Pro první zmiňované zařízení je jmenovitá hodnota vzdálenosti 30 mm a pro druhé 50 mm. Kontrolní měření provádí seřizovač na začátku každé směny. [5, 11]



Obr. 2.3 – Měřicí zařízení SIMCO FMX-004 [11]

Jednotlivé hraniční hodnoty jsou stanoveny takto:

- Vnitřní strana skla – zde je maximální hranice stanovena na 0,2 kV při jmenovité vzdálenosti měřicí sondy od kteréhokoliv místa vnitřního povrchu polykarbonátu.
- Vnější strana skla - maximální hranice je stanovena na 1 kV při jmenovité vzdálenosti měřicí sondy kteréhokoliv místa vnějšího povrchu polykarbonátu, přičemž nemusí být dodržena, pokud to vylučuje splnění bodu prvního. Splnění prvního bodu má vyšší prioritu, jelikož při nedodržení tohoto limitu hrozí zvýšené nebezpečí vzniků vad při lakovacím procesu. [5]

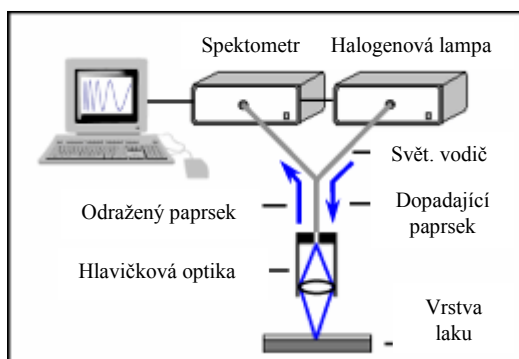


Obr. 2.4 – Schématické znázornění vnitřní a vnější strany skla [5]

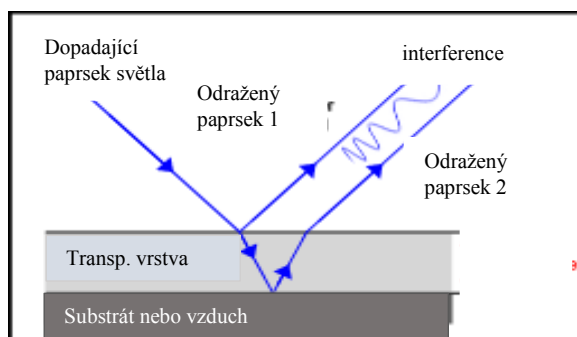
2.5 Kontrola správné vrstvy laku

Měření vrstvy laku je založeno na interferenci světelného spektra tenké průhledné nebo částečně průhledné vrstvy. Toto měření je následně analyzováno s využitím přístroje spektrometru. Na obrázcích jsou znázorněny schématické konstrukce měření tloušťky vrstvy (obr. 2.5, 2.6). Měřená vrstva je ozařována přes rozvětvené vlákno vodiče spektrometru a

halogenové lampy. Odražené interference spektra vzorku se přivádí do spektrometru, který následně analyzuje a vypočítává tloušťku naneseného filmu. [12]

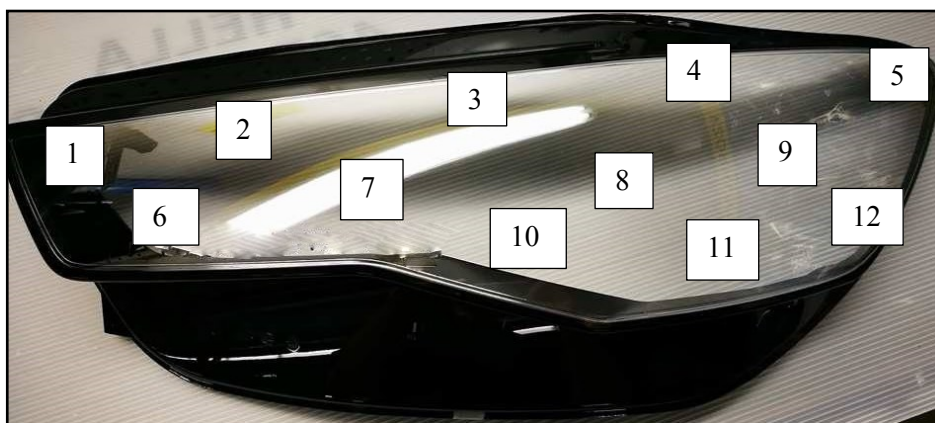


Obr. 2.5 – Princip měření spektrometrem [12]



Obr. 2.6 – Grafické znázornění odrazu světelných vln [12]

Tato kontrola je prováděna po nalakování krycího skla a vytvrzení UV laku, pověřenou osobou. Kontrola správné vrstvy laku slouží pro pravidelnou kontrolu procesu lakování za účelem trvalého dodržování požadované kvality lakované vrstvy. Součástí této kontroly bývají také speciální přípravky, které usnadňují provádět měření ve strategických bodech. Tyto body (obr. 2.7) byly pomocí analýzy výsledovány a určeny jako nejkritičtější místa, ve kterých dochází k největším výchylkám měřených hodnot. [12]



Obr. 2.7 – Nejkritičtější body při kontrole vrstvy laku [5]

Četnost této kontroly probíhá v pravidelných intervalech, které jsou nastaveny na 3 hodiny dle interní normy. Každá naměřená hodnota se ukládá a následně zapisuje do PC programu *PROCELLA*, kde jsou tyto hodnoty uloženy a pravidelně kontrolovány a analyzovány technologem lakovny. Tuto kontrolu můžeme z hlediska teoretického vymezení přiřadit k metodě výběrové. [5]

Toleranční hodnoty a samotná tloušťka vrstvy laku je vždy příslušná konkrétnímu projektu, avšak nejčastěji je toleranční mez nastavena na hodnoty 9 μm až 25 μm . Tyto hodnoty se vždy odvíjí zejména od velikosti, tvaru a struktury lakovaného povrchu. Pokud by jedna z těchto hodnot byla mimo předepsanou toleranční odchylku, muselo by dojít k okamžité nápravě a k následnému přeměření všech nalakovaných skel vyrobených od posledního kontrolního měření. [12]

2.6 Vizuální kontrola po lakování

Vizuální kontrola po lakování je prováděna operátorem příslušného projektu, a to podle interního předpisu. Všichni operátoři mají k dispozici pracovní list, na kterém je barevně rozlišeno dekorativní posuzování jednotlivých oblastí každého projektu. Na každou barevně vyznačenou oblast se podle tabulky vztahuje jiná tolerance velikosti a výskytu vady (obr. 2.8). [5]

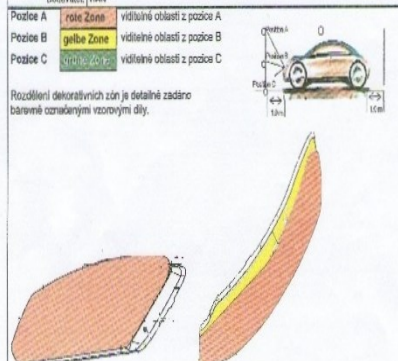
Pracovní list – dekorativní posuzování výrobků a dílů

List 1 : Zobrazení zón pro posuzování díla Hella-nomy N67025 (05.07.2004)

Číslo dílu: 167.069-0102	Číslo Hella-výrobku: 247.051-0102
Označení/Věze: Sklo krycí VW Polo ADS	Číslo záložníka: -
Hranolní vzorec: -	Zákazník: VW
Dodavatel: MAN	

Pozice A: rote Zone viditelné oblasti z pozice A
 Pozice B: gelbe Zone viditelné oblasti z pozice B
 Pozice C: grüne Zone viditelné oblasti z pozice C

Rozdělení dekorativních zón je detailně zadáno barevně označenými vzorovými díly.



Popis zón	Červená	Žlutá	Zelená	Bílá
Maximálně akceptovatelná velikost tečkových chyb	Průměr 1 mm	Průměr 1,5 mm	Průměr 2 mm	
Maximálně akceptovatelná délka čárových chyb	L = 1 mm	L = 5 mm	L = 10 mm	
Maximálně akceptovatelná velikost deformací nebo špatného povrchu	Neakceptuje se	3 x 3 mm	10 x 10 mm	Všechny popsané chyby akceptovány
Mínimální odstup mezi maximálně 2 chybami na jednom rádiu o 50 mm	15 mm R50	10 mm R50	5 mm R50	

Vystavil	Podpis	Datum	Uvolnění	Podpis	Datum
Org. jednotka / Jméno			Org. jednotka / Jméno		
SE1 / Lanka Blahková		2.12.2008	QPP / Vladimír Stejskal		2.12.2008

Změnový stav: 0

Obr. 2.8 – Dekorativní posuzování výrobků a dílů [5]

Každý pracovník je povinen při zjištění výskytu většího množství stejných druhů neshodných dílů informovat ihned seřizovače, mistra, pracovníka OTK, případně vedoucího OTK. Tyto díly je nutné oddělit od dílů, které jsou z hlediska kvality v pořádku a označit

oranžovým štítkem „blokováno“. Blokované díly může uvolnit jen pracovník OTK, a to odstraněním štítku „blokováno“. V případě výskytu nestandardních vad na dílech je nutné konzultovat rozhodnutí s pracovníkem OTK. [5]

Pravidelnou kontrolu po lakování musí provádět i seřizovač, a to vždy po zahájení výroby dílů, po odstávce nebo údržbě. Dále také v pravidelných intervalech, a to vždy každé 3 hodiny dle interní normy. Tuto kontrolu provede podle zadání ve zkušebním předpisu, kde je předepsána i četnost následných kontrol. Výsledky jsou zdokumentovány také v PC programu *PROCELLA*. Pokud je výsledek kontroly nevyhovující, musí výroba provést stoprocentní kontrolu doposud vyrobených dílů. Tyto je potom nutné předložit pracovníkovi OTK ke schválení. V případě, že by formou pochybení operátora došlo k přehlédnutí některých nepřipustných vad, musí být všechna doposud vyrobená skla překontrolována, a to v takovém rozsahu, dokud nedojde ke zjištění, že se na dalších vyrobených sklech vada již nenachází. Z hlediska posuzování neshodných dílů nesmí operátor rozhodnout v případě sporné vady jen podle vlastního uvážení, ale tuto skutečnost řešit s přední dělnicí, seřizovačem a pracovníkem OTK. Ti mají pravomoc rozhodnout o náležitosti vady. [5]

2.7 Kontrola přilnavosti laku

Kontrola přilnavosti laku obnáší zejména mechanickou zkoušku pro zamezení dodatečných reklamací způsobených za jistých podmínek vnějšími vlivy. Za tyto vlivy jsou považovány atmosférické vlivy, jako jsou působení slunečního záření, déšť (hlavně s obsahem chemických částic), zvýšený obsah soli v ovzduší (v přímořských státech). Všechny tyto faktory výrazně ovlivňují životnost ochranné vrstvy, tedy laku, a to již během záruční lhůty, které automobil jako celek podléhá. [5]





Za účelem předejití těmto reklamacím je v pravidelných intervalech prováděna kontrola přilnavosti vrstvy laku, která je za normálních okolností dostatečně odolná. V ojedinělých případech může ovšem docházet k tomu, že přilnavost není ideální. Touto kontrolou dochází k úplnému znehodnocení vzorku, z tohoto důvodu nemůže být provedena na všech vyrobených kusech. [5]

Kontrola přilnavosti laku je prováděna ve dvou variantách:

- **Iniciální přilnavost bez vodní lázně** - v tomto případě jsou náhodně vybrány v určitých časových intervalech vzorky (lakovaná skla), vždy alespoň dva páry z každého projektu. Na vzorcích jsou pomocí speciálního vícebřitého nože nařezány

v nalakovaném povrchu mřížky tak, aby řezy procházely až na podkladovou vrstvu. Pro každý projekt jsou technologem určeny body, kde přesně budou mřížky zhotoveny. Tyto body byly analýzou vysledovány jako kritická místa, ve kterých docházelo za vykonstruovaných extrémních podmínek k odlupování lakované vrstvy. Mřížky jsou následně přelepeny tzv. TESA páskou a jejím odtržením je zjištěna přilnavost lakované vrstvy. Před použitím této pásky je nutné zkontrolovat dobu její expirace. Vyhodnocení je provedeno seřizovačem, který takto učiní podle technologem předepsané tabulky (obr. 2.9). Po vyhodnocení je tento výsledek zaznamenán do formuláře. [5]

Tabulka 1 : Roztřídění výsledků zkoušky

Charakt. hodnota mřížkového řezu	Popis	Vzhled povrchu v oblasti mřížkového řezu po odloupení (příklad pro paralelní řezy po 6)
0	Okraje řezu jsou úplně hladké; žádný ze čtverečků mřížky není odloupený	—
1	Na protínajících se bodech řezů mřížky jsou odloupeny malé odštěpky nanesené vrstvy.	
2	Nanesená vrstva je odloupena podél okrajů řezů a/nebo na protínajících se bodech linií mřížky. Odloupená plocha je větší než 5 %, ale ne podstatně větší než 15 % plochy mřížkového řezu.	
3	Nanesená vrstva je podél okrajů řezu částečně nebo zcela v širokých pásech odloupena, a/nebo jsou odloupeny zcela nebo částečně některé čtverečky. Postižená plocha je výrazně větší než 15%, ale ne podstatně větší než 35%.	
4	Nanesená vrstva je podél okrajů řezu v širokých pásech odloupena, a/nebo jsou odloupeny zcela nebo částečně některé čtverečky. Postižená plocha je výrazně větší než 35%, ale ne podstatně větší než 65%.	
5	Každé odloupení, které nemůže být zařazeno jako charakteristická hodnota mřížkového řezu 4.	

Obr. 2.9 – Roztřídění výsledků zkoušky [5]

- **Expozice skla ve vodní lázni** - tato kontrola je vzhledem k její časové náročnosti prováděna pouze jednou až dvakrát za dva týdny, nikoli několikrát za směnu jako je tomu u předchozí varianty. Princip kontroly je takový, že jsou odebrány a odloženy vzorky k ochlazení na okolní teplotu. Tyto vzorky se po ochlazení vkládají do vodní lázně o teplotě 70 °C, kde musí být po dobu dvou hodin. Po vytažení vzorku z lázně se nechá sklo oschnout, ochladit na okolní teplotu a musí být ořeno speciálním přípravkem na bázi alkoholu kvůli odstranění nečistot a případné mastnoty. Dále je

proveden mřížkový test stejně tak, jak je popsáno u první varianty. Za vyhovující výsledek se považuje:

- Při expozici ve vodní lázni $GT \leq 1$, K0 až K2
- Při iniciální zkoušce $GT = 0$, až K2,

Legenda:

GT – charakteristické vyhodnocení výsledku zkoušky podle interní normy

K0 až K2 jsou přípustné výsledky po vyhodnocení.

Stupnice vyhodnocení je K0 až K5.

U neshodných výrobků při první variantě je nutné postupovat dle interního předpisu, jak již bylo výše uvedeno. Při zjištění neshodných výrobků u druhé varianty, kterému by mělo být zabráněno prováděním první variantou kontroly, by muselo dojít k tzv. „zablokování“ doposud vyrobených skel příslušného projektu, na kterém došlo ke zjištění neshodných parametrů. Dále by byl z každého balení odebrán jeden vzorek k dodatečnému provedení kontroly přilnavosti. [5]

2.8 Kontrola praskavosti

Vlivem teplotního namáhání, kterému je sklo ihned po vylisování vystaveno, dochází v jeho struktuře k vnitřnímu pnutí. Toto pnutí je do značné míry odstraňováno dodatečnou temperací. Vnitřní pnutí se vyskytuje zejména u vícekomponentních skel, které jsou vyráběny ze dvou a více materiálů. Spoj těchto materiálů je nutné po vylisování temperovat, aby docházelo k jejich lepšímu a pevnějšímu spojení. Ovšem bodová temperace vede ke vzniku ještě většího pnutí, než je přítomno ve skle hned po jeho vyjmutí z formy. Proto je zapotřebí toto sklo jako celek vytemperovat po dobu 25 až 30 minut na teplotu 105 až 120 °C. To ovšem neznamená, že by došlo k jeho úplnému odstranění. Z tohoto důvodu je zapotřebí provádět tzv. „kontrolu praskavosti“. [5]

Tato kontrola je prováděna seřizovačem, který má za úkol takto učinit na začátku každé směny, a také po změně nástroje (formy), nebo po úpravě parametrů, které by mohly vést ke změně pnutí ve skle. V první řadě je nutné odebrané vzorky odložit k ochlazení na okolní teplotu, poté tyto vzorky přemístit na předem určené pracoviště k provedení kontroly. Zde je štětcem nanesena rovnoměrná vrstva speciálního přípravku na bázi kyseliny. Přípravek je za stálého odsávání výparů ponechán 30 minut, po této době je seřizovačem za pomoci zvětšovací lupy provedena kontrola celého skla. V případě že by

v jakémkoliv místě skla byla dosažena nepřípustná hranice pnutí, objevila by se v tomto místě prasklina a bylo by nutné postupovat podle interního předpisu, tak jako při kontrole přilnavosti laku. Stejně jako při uvedené předcházející kontrole dochází k úplnému zničení zkušební vzorku. Při této kontrole se vychází z faktu, že žádná prasklinka není přípustná, podle tohoto se také vyhodnocuje, zda byla kontrola úspěšná či nikoliv. [5]

Vnitřní pnutí je nežádoucím jevem, a to z toho důvodu, že při užívání světlometu dochází k rázovým změnám teploty za současného působení okolních vlivů. To znamená, že nevyhovující sklo světlometu by vlivem užívání prasklo.

2.9 Kontrola 3D parametrů

Opodstatněnost provádění této kontroly spočívá v několika faktorech. Jak již bylo zmíněno, dochází vlivem teplotních změn a úpravy vstřikovacích parametrů k vychýlení se od tvaru, který je předurčený formou. To následně způsobuje komplikace při kompletaci celého světlometu, a také při montáži světlometu do karoserie automobilu, při které dochází v extrémních případech k tomu, že zastavený světlomet není s karosérií symetrický. [5]

Kontrola 3D parametrů je prováděna jednou za směnu, tedy jednou za 12 hod. Odebrané vzorky jsou zabaleny do speciálních sáčků a odloženy k ochlazení na okolní teplotu a jsou odvezeny na středisko. Zde je provedeno měření těchto parametrů pověřeným pracovníkem. K měření jsou využívány tyto stroje:

- a) Souřadnicový měřicí stroj Zeiss Prismo 7 a Zeiss Contura G2 (obr. 2.10) - princip měření tohoto stroje spočívá v tom, že dotyková sonda se pohybuje po přesně naprogramovaných souřadnicích X , Y , Z , které jsou definovány na výkresu. Měřený bod je snímán přítláčnou silou $F = 0,2 \text{ N}$. [13]
- b) Optické scanery Atos Triple scan a Atos Core - měření pomocí optického scanneru probíhá tak, že jsou na povrch objektu promítány pruhy světla, které jsou snímány pomocí dvou kamer s CCD čipem. Software z těchto záběrů vypočítává prostorové souřadnice jednotlivých bodů. Automatické složení jednotlivých záběrů do jednoho celku je zajištěno referenčními značkami nebo metodou Bestfit. [14]

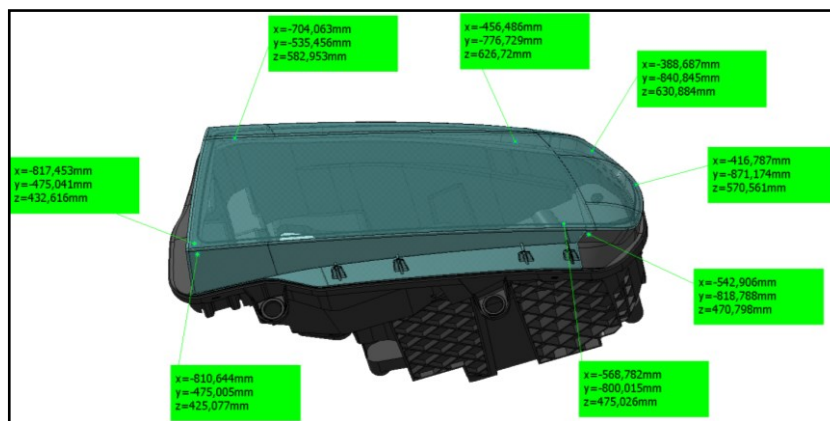


Obr. 2.10 – Měřicí stroj Zeiss Prismo 7 [13]

Metodika 3D měření:

- RPS (Reference point system) na skle – při tomto měření je souřadný systém tvořen šesti body. Ty jsou nanесeny na naskenovaný model v přesných souřadnicích podle výkresu, následně jsou tyto body propojeny s CAD modelem. Tímto způsobem se následně doměří ostatní rozměry.
- Bestfit – v tomto případě je souřadný systém tvořen výběrem definovaných oblastí na naskenovaném modelu, které jsou následně připasovány k CAD.
- 3-2-1 – v případě měření touto metodou se jedná o vyrovnaní v prostoru pomocí roviny, která je tvořena třemi body: dvěma body, které vytváří přímku a dalším jedním bodem. Všechny tyto body jsou nanесeny na naskenovaný model.

Ke každému měření je obrázek s výstupními hodnotami (obr. 2.11). Pokud dojde k vychýlení mimo toleranci, je nutné postupovat podle interního předpisu a provést patřičné úpravy, které povedou k vrácení hodnot zpět do mezí tolerance.



Obr. 2.11 – Výstupní hodnoty měření 3D parametrů [5]

3 VYHODNOCENÍ NAVRŽENÉHO ŘEŠENÍ

V rámci výrobního procesu vznikají vady výrobku, které je třeba co nejrychleji odstranit, aby bylo zamezeno velkým ztrátám ve výrobním procesu a případným reklamacím ze strany zákazníka. Z tohoto důvodu bude v následující části zmíněno několik nejstěžejnějších problémů, se kterými se výrobní proces často potýká a které jsou z hlediska kvality nepřijatelné. Zde bude popsáno vyhodnocení kontroly nevyhovujících **3D parametrů u projektu Audi A6** a nevyhovující **přilnavost laku u projektu Audi A3**. Dále bude ke každému zmíněnému problému vypracován návrh jeho řešení a výsledek.

3.1 Nevyhovující 3D parametry

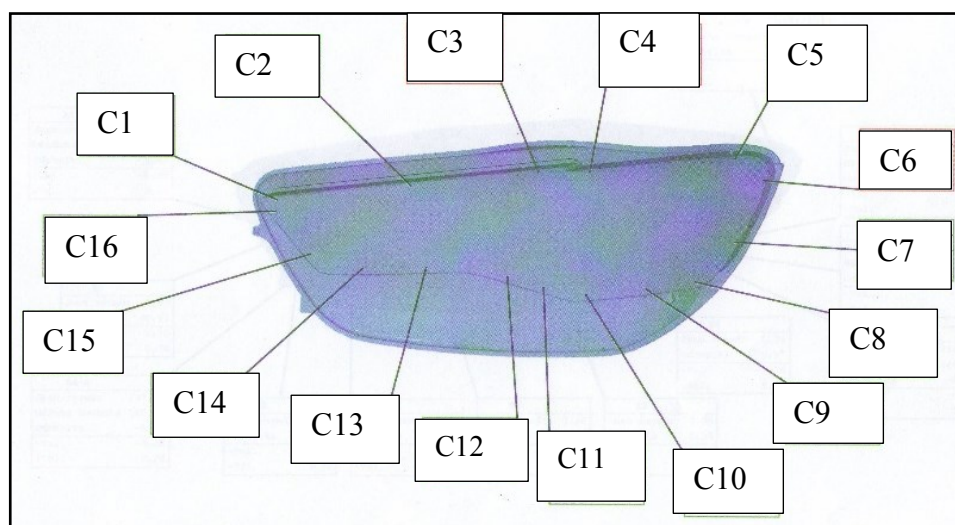
Z dlouhodobé analýzy vyplývá, že při každém **třetím měření** se u jakéhokoliv projektu vyskytne v jednom bodě odchylka, která není v souladu s dovolenou toleranční mezí. Dále bylo zjištěno, že v 97 % případech je měření dalšího páru vzorku příslušného projektu v tolerančních mezích povolené odchylky již ve všech bodech. Hodnoty měření dalšího páru jsou již vyhovující bez toho, aniž by došlo ke změně parametrů v jakékoli části výrobního procesu. Pokud je ale měření nevyhovující i nadále, nebo bylo hned při prvním měření zjištěno několik nevyhovujících hodnot mimo toleranci, je zapotřebí provést kroky vedoucí ke změně měřených hodnot. [5]

K odchylce měřených hodnot dochází zpravidla po zásahu do technologie výrobního procesu za účelem odstraňování jiné neslučitelné vady. V ojedinělých případech ovšem dochází k odchylce i tehdy, kdy je vyloučen zásah do výrobních parametrů kdekoli ve výrobním procesu. Na této skutečnosti se mohou podílet například vnější vlivy prostředí (vlhkost a teplota vzduchu), které nelze přímo změnit, a je tedy nutné najít jiné možné řešení vedoucí ke srovnání měřených hodnot.

Výskyt problému

Parametry přesahující meze tolerance byly naměřeny u projektu Audi A6. Tento projekt se také řadí mezi nejproblémovější z hlediska stálosti 3D parametrů. Nevyhovující hodnoty byly naměřeny u levé strany krycího skla světlometu. V tomto případě bylo vyloučeno provedení jakýchkoliv zásahů, které by vedly ke změně technologických parametrů. Na straně skla lícujícího s karosérií byly měřeny body C1 až C16 (obr. 3.1) a k těmto bodům byly přiřazeny příslušné naměřené hodnoty (tab. 3.1). Hodnoty přesahující toleranční meze jsou vyobrazeny v tabulce červeně. Na straně skla

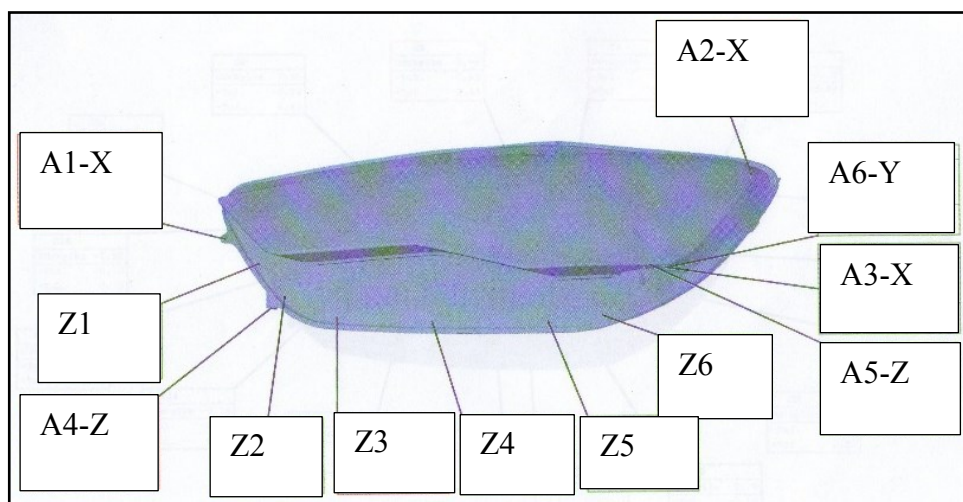
zapadajícího do pouzdra byly měřeny hodnoty A1-X až A3-X, A6-Y, A4-Z až A5-Z a Z1 až Z6 (obr. 3.2). Tyto hodnoty byly zaznamenány do tab. 3.2, kde jsou nevyhovující hodnoty zaznamenány opět červeně.



Obr. 3.1 – Vyznačené body 3D parametrů na straně skla lícující s karosérií [5]

Tab. 3.1 - Hodnoty naměřené na straně skla lícující s karosérií [5]

Měřený bod	Tolerance -	Tolerance +	Naměřená odchylka [mm]
C1	0,70	0,70	-0,46
C2	0,80	0,80	0,55
C3	0,90	0,90	0,92
C4	0,90	0,90	1,09
C5	0,80	0,80	0,30
C6	0,80	0,80	0,90
C7	0,80	0,80	-0,11
C8	0,70	0,70	0,11
C9	0,80	0,80	0,16
C10	1,00	1,00	0,20
C11	1,00	1,00	0,14
C12	0,90	0,90	0,04
C13	0,90	0,90	-0,11
C14	0,80	0,80	-0,16
C15	0,80	0,80	-0,29
C16	0,70	0,70	-0,46



Obr. 3.2 – Vyznačené body 3D parametrů na straně skla zapadající do pouzdra [5]

Tab. 3.2 - Hodnoty naměřené na straně skla zapadající do pouzdra [5]

Bod	Jmenovitý rozměr [mm]	Měřená hodnota [mm]	Odchylka [mm]	Tolerance -	Tolerance +
A1 – X	-971,37	-970,76	0,61	0,20	0,20
A2 – X	-576,20	-575,74	0,46	0,20	0,20
A6 – Y	-822,14	-822,25	-0,11	0,20	0,20
A3 – X	-710,34	-710,20	0,14	0,20	0,20
A5 – Z	286,33	286,25	-0,08	0,20	0,20
Z6	0,00	0,27	0,27	0,70	0,70
Z5	0,00	0,39	0,39	0,70	0,70
Z4	0,00	0,63	0,63	0,70	0,70
Z3	0,00	1,02	1,02	0,70	0,70
Z2	0,00	0,54	0,54	0,70	0,70
A4 – Z	247,88	247,55	-0,33	0,20	0,20
Z1	0,00	-0,11	-0,11	0,70	0,70

Při kontrolním měření 3D parametrů byly zaznamenány nevyhovující hodnoty na straně skla lícujícího s karosérií v bodech C3, C4 a C6. Na straně skla zapadajícího do pouzdra byly nevyhovující hodnoty překračující mez tolerance zaznamenány v bodech A1-X, A2-X, Z3 a A4-Z. v následujících odstavcích je popsáno, jak byl tento problém vyřešen.

Řešení problému

V tomto případě bylo úkolem provést takový zásah, který by vedl k hodnotám splňujícím toleranční mez u levého skla. Zároveň byl kladen důraz na vyhovující parametry u pravého skla, jelikož změnou hodnot za účelem úpravy skla levého by mohlo dojít ke vzniku nevyhovujících hodnot u pravé strany skla, jelikož se skla lisují souběžně.

1. krok: Jako první byla v uvedeném případě **aplikována úprava teploty dodatečné teploty spoje dvou materiálů**, kdy je každá strana temperována individuálně. Změna teploty v této fázi technologického procesu byla upravena tak, aby nedošlo ke vzniku vady jiné. Z tohoto důvodu byla teplota snížena o 9 %, a to zejména v nevyhovujících místech. Větší změna by mohla vést ke vzniku jiného problému, a to by bylo z našeho pohledu nepřijatelné. Po této změně byly opět vzorky poslány ke kontrolnímu měření. Změřené hodnoty byly zaznamenány do tab. 3.3 a 3.4.

Tab. 3.3 - Hodnoty naměřené na straně skla lícující s karosérií po změně teplot dodatečné teploty [5]

Měřený bod	Tolerance -	Tolerance +	Naměřená odchylka [mm]
C1	0,70	0,70	-0,40
C2	0,80	0,80	0,29
C3	0,90	0,90	0,59
C4	0,90	0,90	0,73
C5	0,80	0,80	-0,16
C6	0,80	0,80	-0,44
C7	0,80	0,80	0,03
C8	0,70	0,70	-0,06
C9	0,80	0,80	-0,05
C10	1,00	1,00	0,07
C11	1,00	1,00	0,08
C12	0,90	0,90	0,03
C13	0,90	0,90	0,02
C14	0,80	0,80	0,08
C15	0,80	0,80	-0,03
C16	0,70	0,70	-0,40

Tab. 3.4 - Hodnoty naměřené na straně skla zapadající do pouzdra po změně teplot dodatečné temperace [5]

Bod	Jmenovitý rozměr [mm]	Měřená hodnota [mm]	Odchylka [mm]	Tolerance -	Tolerance +
A1 – X	-971,37	-970,26	0,11	0,20	0,20
A2 – X	-576,20	-575,77	0,43	0,20	0,20
A6 – Y	-822,14	-822,06	0,07	0,20	0,20
A3 – X	-710,34	-710,07	0,26	0,20	0,20
A5 – Z	286,33	286,30	-0,03	0,20	0,20
Z6	0,00	0,03	0,03	0,70	0,70
Z5	0,00	0,34	0,34	0,70	0,70
Z4	0,00	1,08	1,08	0,70	0,70
Z3	0,00	1,45	1,45	0,70	0,70
Z2	0,00	0,89	0,89	0,70	0,70
A4 – Z	247,88	247,55	-0,41	0,20	0,20
Z1	0,00	0,22	0,22	0,70	0,70

Naměřené hodnoty na straně skla lícující s karosérií byly po tomto zásahu již všechny vyhovující, ovšem hodnoty na straně skla zapadající do pouzdra vykazovaly zhoršení oproti prvotnímu měření (tab. 3.4?), kdy bylo naměřeno celkem **5 nevyhovujících hodnot**. Hodnoty straně, která zapadá do pouzdra, byly v bodě A1-X zaznamenány jako zlepšení, mírné zlepšení bylo zaznamenáno i v bodě A2-X, ovšem hodnota byla i nadále **nevyhovující**. V bodech Z4 a Z2 došlo změnou teploty dodatečné temperace ještě k většímu zhoršení hodnot mimo toleranci, navíc došlo ke zhoršení hodnot i v bodech Z4 a Z2 oproti měření před změnou teploty dodatečné temperace.

2. krok: V následující fázi bylo nutné přistoupit k řešení problému pomocí obávané změny vstřikovacích parametrů, která byla provedena po konzultaci s technologem z oblasti vstřikování plastů. **Zde byly upraveny tyto parametry:**

1. Vstřikování: vstřikovací tlaky z 1200 bar na 1300 bar, dotlak č. 1 z 1100 na 1200 bar a dotlak č. 2 z 850 na 950 bar.
2. Teploty formy: na pevné straně byly teploty sníženy o 5 % a na straně pohyblivé zvýšeny o 6 %.

Úprava parametrů proběhla za předpokladu, že dané úpravy nebudou znamenat výskyt jiného problému. Po této úpravě a absolvování celého příslušného výrobního procesu byly opět vzorky poslány ke změření. Naměřené hodnoty v tomto případě byly **již vyhovující pro obě strany vyráběných skel světlometu**. Změnou vstřikovacích parametrů tak bylo dosaženo požadovaných hodnot.

3.2 Špatná přilnavost UV laku

Na nevyhovující přilnavost UV laku na povrchu skla může mít vliv více po sobě jdoucích faktorů, ovšem ne každý z nich stejnou měrou. Tento problém se vyskytuje nejvíce u projektu Audi A3, a to zejména kvůli tvarové složitosti povrchu skla. [15]

Výskyt problému

V tomto případě bylo při pravidelné kontrole přilnavosti UV laku (metodou iniciální přilnavosti bez vodní lázně) zjištěno, že hned v několika po sobě jdoucích bodech byla charakteristická hodnota mřížkového řezu rovna hodnotám 3, 4 a 5. Hodnota 2 je klasifikována jako hraniční a hodnoty 3, 4 a 5 jako nevyhovující (viz. Charakteristika hodnot K0 až K5). Na obr. 3.3 je vyobrazen detail mřížkového řezu s některými jeho body. Na pravé straně skla bylo z celkových dvanácti měřených bodů (obr. 3.4) zaznamenáno **7 nevyhovujících** (tab. 3.5). Na levé straně skla bylo naměřeno **9 nevyhovujících bodů** (tab. 3.5). Nevyhovující body jsou v uvedených tabulkách zaznamenány červeně. [5]



Obr. 3.3 – Detail zkušební vzorku pro kontrolu přilnavosti UV laku [5]

Charakteristika hodnot K0 až K5

K0 - Okraje řezu jsou úplně hladké, žádný ze čtverečků mřížky není odloupený.

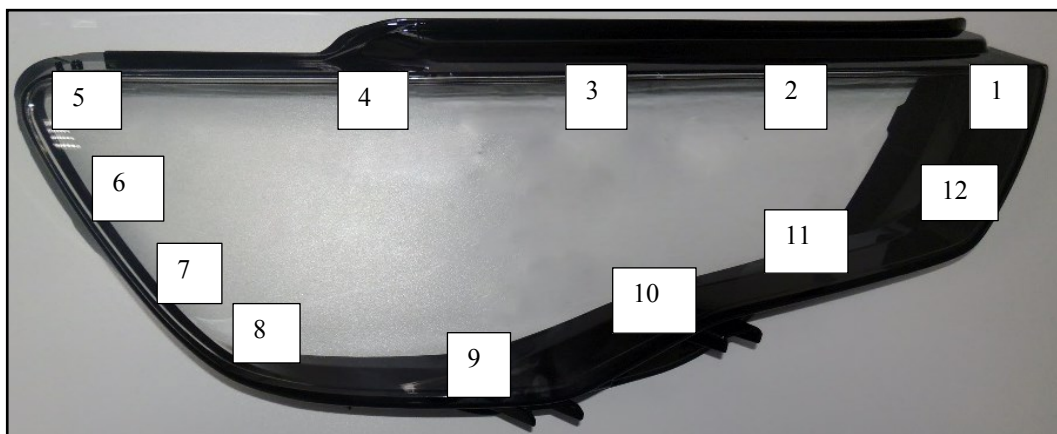
K1 - Na protínajících se bodech řezů mřížky jsou odloupnuty malé odštěpky nanesené vrstvy.

K2 - Nanesená vrstva je odloupnuta podél okrajů řezů nebo na protínajících se bodech linií mřížky. Odloupnutá plocha je větší než 5 %, ale ne podstatně větší než 15 % plochy mřížkového řezu.

K3 - Nanesená vrstva je podél okrajů řezu částečně nebo zcela v širokých pásech odloupnuta, anebo jsou odloupnuty zcela nebo částečně některé čtverečky. Postižená plocha je výrazně větší než 15 %, ale ne podstatně větší než 35 %.

K4 - Nanesená vrstva je podél okrajů řezu v širokých pásech odloupnuta, anebo jsou odloupnuty zcela nebo částečně některé čtverečky. Postižená plocha je výrazně větší než 35 %, ale ne podstatně větší než 65 %.

K5 - Každé odloupenutí, které nemůže být zařazeno jako charakteristická hodnota mřížkového řezu 4. [5]



Obr. 3.4 – Vyznačené zkušební body pro kontrolu přilnavosti UV laku [5]

Tab. 3.5 – Vyhodnocení pravidelné kontroly přilnavosti UV laku [5]

Pravá strana skla			Levá strana skla		
Bod	Hodnota mřížkového řezu	Vyhovuje	Bod	Hodnota mřížkového řezu	Vyhovuje
1	1	Ano	1	2	Ano
2	2	Ano	2	1	Ano
3	2	Ano	3	3	Ne
4	2	Ano	4	3	Ne
5	2	Ano	5	2	Ano
6	3	Ne	6	3	Ne
7	3	Ne	7	4	Ne
8	4	Ne	8	4	Ne
9	4	Ne	9	5	Ne
10	4	Ne	10	4	Ne
11	4	Ne	11	5	Ne
12	3	Ne	12	4	Ne

Řešení problému

- 1. krok:** Za příčinu tohoto problému by se dala považovat **nevyhovující vrstva UV laku**, zejména vyšší hodnota, než je její přípustná horní hranice toleranční odchylky. Čím více by lakovaná vrstva přesáhla horní hranici, tím menší by byla přilnavost k povrchu skla. Z tohoto důvodu muselo být provedeno kontrolní měření lakované vrstvy, a to jak u pravé, tak levé strany skla. V tab. 3.6 jsou zaznamenány jednotlivé body, které byly měřeny a jejich naměřené hodnoty spolu s tolerančními mezemi pro každý jednotlivý bod.

Tab. 3.6 – Dodatečně naměřené hodnoty vrstvy UV laku [5]

Pravá strana skla			Levá strana skla		
Bod	Naměřená hodnota [μm]	Toleranční meze [μm]	Bod	Naměřená hodnota [μm]	Toleranční meze [μm]
Lv1	15,5	12–18	Lv1	15,4	12–18
Lv2	16,2	12-19,5	Lv2	16,1	12-19,5
Lv3	16,4	12,5-20,5	Lv3	16,5	12,5-20,5
Lv4	14,8	11,5-17	Lv4	14,6	11,5-17
Lv5	14,5	11,5-16,5	Lv5	14,3	11,5-16,5
Lv6	15,6	12,5-20,5	Lv6	15,5	12,5-20,5
Lv7	17,8	13,5-21,5	Lv7	17,9	13,5-21,5
Lv8	18,1	14,0-22	Lv8	18,3	14,0-22
Lv9	18,4	15-23	Lv9	18,4	15-23
Lv10	18,7	15,5-23,5	Lv10	18,8	15,5-23,5
Lv11	19,2	16,0-24	Lv11	19,4	16,0-24
Lv12	18,9	15,5-23,5	Lv12	19,1	15,5-23,5

Kontrolní měření vrstvy UV laku bylo v pořádku. Všechny hodnoty měřených oblastí u obou stran byly v tolerančních mezích.

2. krok: Další z faktorů, které by mohly mít výrazný vliv na přilnavost UV laku, jsou **temperovací teploty lakovaných skel**, kdy každé sklo musí být po nalakování vystaveno UV záření, a poté temperováno na teplotu 105 až 120 °C po dobu 25 až 30 minut. Po konzultaci s technologem lakování bylo dosaženo závěru, že v tomto případě mohou mít na daný problém vliv právě vysoké temperovací teploty, které byly nastaveny na horní hranici pro temperování, a to na 120°C. Tyto teploty mohly být sníženy pouze o 5 %, tzn. o 6 °C, a to z toho důvodu, aby nedošlo k ohrožení kvality lakované vrstvy u souběžných projektů. Po snížení těchto teplot byly opět odebrány vzorky ke kontrole přilnavosti UV laku a výsledky byly zaznamenány do tab. 3.7.

Tab. 3.7 – Vyhodnocení kontroly přilnavosti UV laku po úpravě teplot temperace [5]

Pravá strana skla			Levá strana skla		
Bod	Vyhodnocení mřížkového řezu	Vyhovuje	Bod	Vyhodnocení mřížkového řezu	Vyhovuje
1	1	Ano	1	2	Ano
2	2	Ano	2	1	Ano
3	2	Ano	3	3	Ne
4	2	Ano	4	3	Ne
5	2	Ano	5	2	Ano
6	3	Ne	6	3	Ne
7	3	Ne	7	4	Ne
8	3	Ne	8	4	Ne
9	4	Ne	9	4	Ne
10	4	Ne	10	4	Ne
11	3	Ne	11	4	Ne
12	3	Ne	12	4	Ne

Z vyhodnocení hodnot v tabulce plyne, že v některých bodech bylo zaznamenáno mírné zlepšení – v bodě 8 a 11 u pravé strany skla došlo ke zlepšení charakteristické hodnoty z hodnoty 4 na 3, u levé strany skla došlo k posunu charakteristické hodnoty z hodnoty 5 na 4 v bodě 9 a 11, nicméně výsledek byl nadále nevyhovující. U zbylých hodnot nebyly zaznamenány žádné změny.

3. krok: Dalším krokem při řešení tohoto problému bylo ověření horní struktury povrchu skla před lakováním. Tato fáze byla prováděna za přítomnosti technologů lakovny i lisovny, kde se pomocí speciálního mikroskopu vyhodnocovala struktura povrchu skla. Výsledkem bylo zjištění zvýšeného obsahu polymerního aditiva. Polymerní aditivum vzniká při nástřiku polykarbonátových plastů, kdy kondenzuje ve formě plynu a vysráží se na povrchu dělicí roviny formy. V ojedinělých případech může ale dojít k jeho vysrážení na povrchu tvaru, a to zejména tehdy, pokud je z důvodu přítomnosti usazenin v dělicí rovině zamezeno odvodu těchto plynů z oblasti tvaru formy.

Po tomto zjištění bylo zajištěno odstranění polymerního aditiva z oblasti tvaru, a to za pomoci leštících past. Muselo dojít k mechanickému odstranění v rozsahu 1 až 3 μm . Chemická rozpouštědla by v tomto případě nemusela povlak odstranit

rovnoměrně a ve všech bodech. Po tomto zásahu byla opět provedena kontrola přilnavosti UV laku a její výsledek je zaznamenán do tab. 3.8.

Tab. 3.8 – Hodnoty kontroly přilnavosti UV laku po odstranění polymerního aditiva [5]

Pravá strana skla			Levá strana skla		
Bod	Vyhodnocení mřížkového řezu	Vyhovuje	Bod	Vyhodnocení mřížkového řezu	Vyhovuje
1	0	Ano	1	1	Ano
2	0	Ano	2	0	Ano
3	0	Ano	3	0	Ano
4	1	Ano	4	0	Ano
5	0	Ano	5	1	Ano
6	0	Ano	6	1	Ano
7	1	Ano	7	1	Ano
8	0	Ano	8	1	Ano
9	1	Ano	9	0	Ano
10	1	Ano	10	2	Ano
11	1	Ano	11	1	Ano
12	1	Ano	12	0	Ano

Z vyhodnocení hodnot v tabulce plyne, že **odstraněním polymerního aditiva z povrchu** tvaru formy došlo k **výraznému zlepšení přilnavosti UV laku**. Naměřené hodnoty se rovnaly standardním hodnotám kontroly přilnavosti UV laku, žádný z měřených bodů nedosahoval nevyhovujících charakteristických hodnot. Odstranění polymerního aditiva z povrchu formy se ukázalo jako nejefektivnější řešení pro zlepšení přilnavosti UV laku.





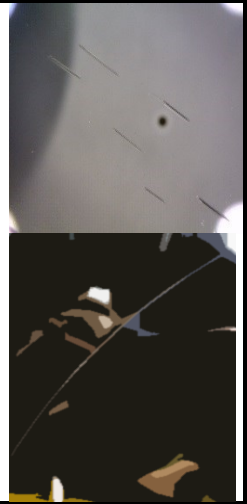

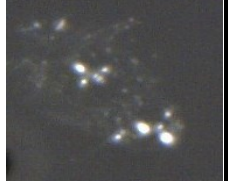
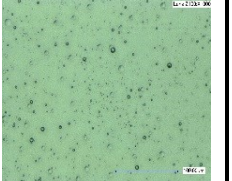


3.3 Běžné problémy ve výrobním procesu

Za běžné problémy, se kterými se výrobní proces často potýká, jsou považovány vady odhalené výrobní kontrolou, tzn. operátorem provádějícím kontrolu každého kusu, který má za úkol na tuto vadu upozornit v případě výskytu u pěti a více po sobě jdoucích kusech. Většinou jsou tyto vady estetické a nemají vliv na funkčnost skla při budoucím zpracování. Těmito vadami jsou zejména (tab. 3.9):

- **Šlíry**, které vznikají při nástřiku do formy. Návrh jejich řešení je především individuální. Nicméně k jejich odstranění je třeba úprava technologických parametrů vstřikování, jako jsou **vstřikovací rychlosti a tlaky, teplota formy a taveniny, doba chlazení**. Dalšími příčinami tohoto problému mohou být nestálost výrobního cyklu, nedostatečně vysušený materiál, zanešený filtrační systém chladicí vody. Řešení tohoto typu problému probíhá za provozu, a mnohdy nevede k velkým ztrátám ve výrobním procesu.
- **Vměstky prachu**, u kterého stejně jako u výše popsaného problému nelze přesně definovat návrh jeho řešení. Zdrojem problému by mohla být oblast lisu a vstřikovací formy, oblast lakovny, přeprava od lisu k lakovacímu procesu. Z důvodu absolutní eliminace výskytu prachu ve vzduchu je výrobní oddělení klasifikováno jako čistý prostor a na celé hale je utvořen přetlak vzduchu. Další příčinou by mohla být špatně fungující vzduchotechnika, znečištěné filtrační jednotky. Řešením je vysledování **zdroje výskytu prachu a jeho odstranění**.
- **Drobné kapky laku vyskytující se na vnitřní straně skla**. Zdrojem tohoto problému bývají lakem znečištěné lakovací přípravky, kdy sklo při lakovacím procesu nedosedá správně do lakovací šablony a dochází k vnikání laku na vnitřní stranu skla. Řešením je **speciální čistící prostředek (lak)**, který lze tyto znečištěné přípravky očistit.
- **Mastnota** na vnitřní nebo vnější straně skla s tím, že její přítomnost na vnitřní straně lze dodatečně odstranit, a to **setřením** operátorem. Pokud se ale vyskytuje na vnější lakované straně, tak ve většině případů dojde ke **znehodnocení skla**. Řešením je vizuální kontrola všech v procesu se vyskytujících pohyblivých součástí, které jsou opatřeny mazivem. Pokud dojde ke zjištění přebytkového množství tohoto maziva, je zapotřebí ho **odstranit a ponechat pouze množství dostačující ke správné funkčnosti součástí**.
- V neposlední řadě jsou to vady vzniklé narušením leštěného tvaru formy projevující se ve formě **čárek a škrábanců**. Tyto vady vznikají za provozu, při nástřiku a současné přítomnosti hrubých částic vzniklých ze vzájemného tření dvou a více

materiálů na povrchu tvaru. Narušený tvar je v tomto případě třeba **vyleštit za použití k tomu určených leštících past** až do původní struktury.

Tab. 3.9 – Zobrazení nejčastěji se vyskytujících vad ve výrobním procesu [5]

Šlíry	Vměstky prachu	Kapky laku	Masnota	Čárky, škrábance
				
Mikroskopický pohled	Mikroskopický pohled	Mikroskopický pohled	Mikroskopický pohled	Mikroskopický pohled
				 Detail čárky

4 ZÁVĚR

Předmětem bakalářské práce byla analýza systému kontroly kvality při výrobě krycích skel světlometů ve společnosti Hella Autotechnik Nova, s.r.o. Na začátku práce byl popsán současný stav kontroly kvality, rozdělení kontrol kvality a její jednotlivé metody. Druhá část práce byla věnována dané problematice. Nejdříve byl popsán světlomet, jeho součásti, jeho výroba, zejména části krycího skla a metody kontroly kvality, které jsou při jeho výrobě prováděny. Následně byly řešeny dva stěžejní problémy vzniklé při výrobním procesu krycího skla světlometu a za účelem co nejefektivnějšího odstranění těchto problémů navrhnutá jejich řešení.

První problém byl analyzován na projektu Audi A6 při pravidelném kontrolním měření 3D parametrů. Zde byly zjištěny nevyhovující hodnoty v několika bodech. Tento problém byl v prvním kroku řešen pomocí metody úpravy dodatečné teploty spoje dvou materiálů, přičemž teplota byla upravena tak, aby nedošlo ke vzniku vady jiné. Toto řešení se ovšem ukázalo jako nevyhovující, jelikož na straně skla zapadající do pouzdra nedošlo ke zlepšení výsledků u měřených bodů. V rámci druhého kroku bylo přistoupeno k řešení problému pomocí změny vstřikovacích parametrů, kde došlo k úpravě vstřikovacích tlaků a teplot na předebrání formy. Po této úpravě již byly naměřené hodnoty jak pro stranu skla zapadající do pouzdra, tak pro stranu skla lícující s karosérií vyhovující. Úprava vstřikovacích parametrů a teploty vstřikovací formy se ukázalo jako nejvhodnější řešení pro eliminaci nevyhovujících bodů.

Druhý problém se týkal přilnavosti UV laku na projektu Audi A3. V prvním kroku došlo ke kontrolnímu měření vrstvy UV laku za účelem vyloučení příčiny špatné přilnavosti UV laku. Toto měření bylo v pořádku, a tím byla vyloučena jedna z možných příčin. V rámci druhého kroku došlo ke snížení temperovacích teplot, ovšem ani toto řešení nevedlo k vyhovujícím výsledkům. Pro řešení vzniklého problému se osvědčila jako nejvhodnější až třetí varianta, a to průzkum povrchu krycího skla před lakováním. Při tomto průzkumu došlo ke zjištění přítomnosti velkého množství polymerního aditiva na povrchu skla. K odstranění polymerního aditiva došlo za použití leštících past z povrchu formy, a tím k odstranění příčiny problému u projektu Audi A3.

Z výsledků práce plyne, že kontrola kvality při výrobě krycích skel světlometů je důležitou a nezbytnou součástí výrobního procesu. Kontrola kvality umožňuje včasné zachycení případných vad a jejich následné odstranění.

PODĚKOVÁNÍ

Rád bych poděkoval vedoucí své bakalářské práce, paní Ing. Šárce Malotové, za odborné vedení, cenné rady a podněty při psaní práce. Mé poděkování patří také zaměstnancům společnosti Hella Autotechnik Nova, s.r.o., kteří mi poskytli cenné rady, podklady a vůbec mi umožnili zde zpracovávat svou práci na dané téma.

SEZNAM POUŽITÝCH ZDROJŮ

- [1] TICHÁ, Šárka. *Strojírenská metrologie část 2. Základy řízení jakosti*. Ostrava: VŠB – Technická univerzita, 2006. 86 s. ISBN 80-248-1209-6.
- [2] TRUHLÁŘ, Jan a kol. *Kontrola jakosti výrobků v průmyslu*. Praha: Státní nakladatelství technické literatury, 1965. 233 s.
- [3] Direct Industry. Products. *Direct Industry.com* [online]. © 2017 [cit. 2017-1-10]. Dostupné z: <http://www.directindustry.com/prod/conair/product-85611-1026075.html>
- [4] VOPATOVÁ, Jitka. *Analýza kontroly kvality technologické výroby v CIA Praga Louny, a. s. Zlín*, 2012. 68 s. Bakalářská práce. Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně. Vedoucí práce Josef Polášek.
- [5] Interní materiály společnosti Hella autotechnik s.r.o.
- [6] RESIM Industry automation. Kontrola kvality výroby. *Resim.cz* [online]. © 2010 [cit. 2017-1-10]. Dostupné z: <http://www.resim.cz/cs/produkty/prumyslova-automatizace/kontrola-kvality-vyroby>
- [7] Kubíček, Milan. *Analýza kontroly kvality ve výrobním podniku Pivovar Litovel a.s. Zlín*, 2012. 60 s. Bakalářská práce. Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně. Vedoucí práce Josef Polášek.
- [8] Hyundai. Organizační struktura. *Kariera-hyundai.cz* [online]. © 2006-2016 [cit. 2016-12-17]. Dostupné z: <http://www.kariera-hyundai.cz/organizacni-struktura/kontrola-a-planovani-vyroby-15/>
- [9] MM průmyslové spektrum. Premiová třída měřících, seřizovacích a kontrolních přístrojů. *MMspektrum.com* [online]. © 2017 [cit. 2017-1-30]. Dostupné z: <http://www.mmspektrum.com/clanek/premiova-trida-mericich-serizovacich-a-kontrolnich-pristroju.html>
- [10] Technická univerzita Liberec. Vstřikování plastů. *Technická univerzita Liberec, Fakulta strojní* [online]. © 2017 [cit. 2017-3-18]. Dostupné z: http://www.ksp.tul.cz/cz/kpt/obsah/vyuka/skripta_tkp/sekce_plasty/04.htm
- [11] Simco-Ion. Instrumentation-Metering – FMX-004. *Simco-Ion* [online]. © 2017 [cit. 2017-3-18]. Dostupné z: <https://www.simco-ion.com/products/product/fmx-004>

- [12] Engineer's Office for Applied Spectroscopy. Schichtdickenmessung. *Engineer's Office for Applied Spectroscopy* [online]. © 1998-2017 [cit. 2017-3-18]. Dostupné z: http://www.applied-spectroscopy.com/filmthickness_german.htm
- [13] Zeiss. Zeiss Prismo navigator. *Zeiss* [online]. © 2017 [cit. 2017-3-18]. Dostupné z: <https://www.zeiss.ca/metrology/products/systems/bridge-type-cmms/prismo-navigator.html>
- [14] MCAE. ATOS Triple Scan. *MCAE Systems* [online]. © 2017 [cit. 2017-3-18]. Dostupné z: <http://www.mcae.cz/atos>
- [15] Servind s.r.o. Standothek – Plasty a jejich lakování. *Satndox* [online]. © 2014 [cit. 2017-3-18]. Dostupné z: http://www.servind.cz/media/document/standothek-plasty-a-jejich-lakovani_revize2014cz.pdf

SEZNAM OBRÁZKŮ

Obr. 1.1 – Rozdělení kontroly kvality	11
Obr. 1.2 – Zásobárna granulovaného materiálu.....	12
Obr. 1.3 – Výběrová metoda výrobní kontroly.....	14
Obr. 1.4 – Kontrola průběhu výroby.....	14
Obr. 1.5 – Kontrola funkčnosti součástí	16
Obr. 1.7 – Výrobní kontrola - kontrola všech kusů	18
Obr. 1.8 – Měřicí a seřizovací kontrolní přístroj Zoller Venturion	19
Obr. 1.9 – Regulační diagram (vlevo) a Gaussova křivka (vpravo).....	20
Obr. 2.1 a) – Popis světlometu a jeho součástí	22
Obr. 2.1 b) – Detail reflektoru	22
Obr. 2.2 – Krycí sklo světlometu.....	23
Obr. 2.3 – Měřicí zařízení SIMCO FMX-004	26
Obr. 2.4 – Schématické znázornění vnitřní a vnější strany skla.....	26
Obr. 2.5 – Princip měření spektrometrem.....	27
Obr. 2.6 – Grafické znázornění odrazu světelných vln.....	27
Obr. 2.7 – Nejkritičtější body při kontrole vrstvy laku.....	27
Obr. 2.8 – Dekorativní posuzování výrobků a dílů.....	28
Obr. 2.9 – Roztřídění výsledků zkoušky.....	30
Obr. 2.10 – Měřicí stroj Zeiss Prismo 7.....	33
Obr. 2.11 – Výstupní hodnoty měření 3D parametrů	33
Obr. 3.1 – Vyznačené body 3D parametrů na straně skla lícující s karosérií	35
Obr. 3.2 – Vyznačené body 3D parametrů na straně skla zapadající do pouzdra	36
Obr. 3.3 – Detail zkušební vzorku pro kontrolu přilnavosti UV laku	39
Obr. 3.4 – Vyznačené zkušební body pro kontrolu přilnavosti UV laku.....	40